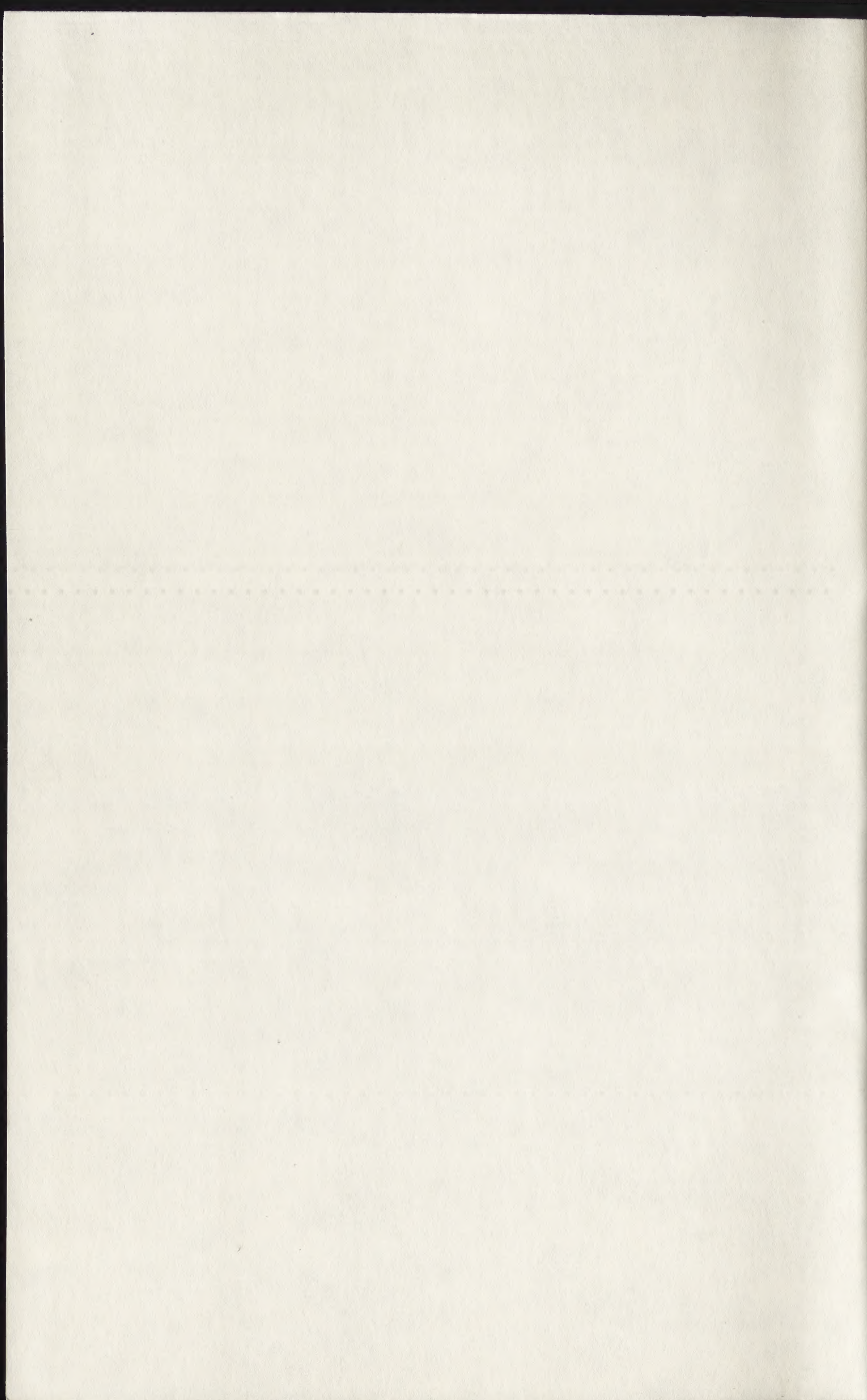
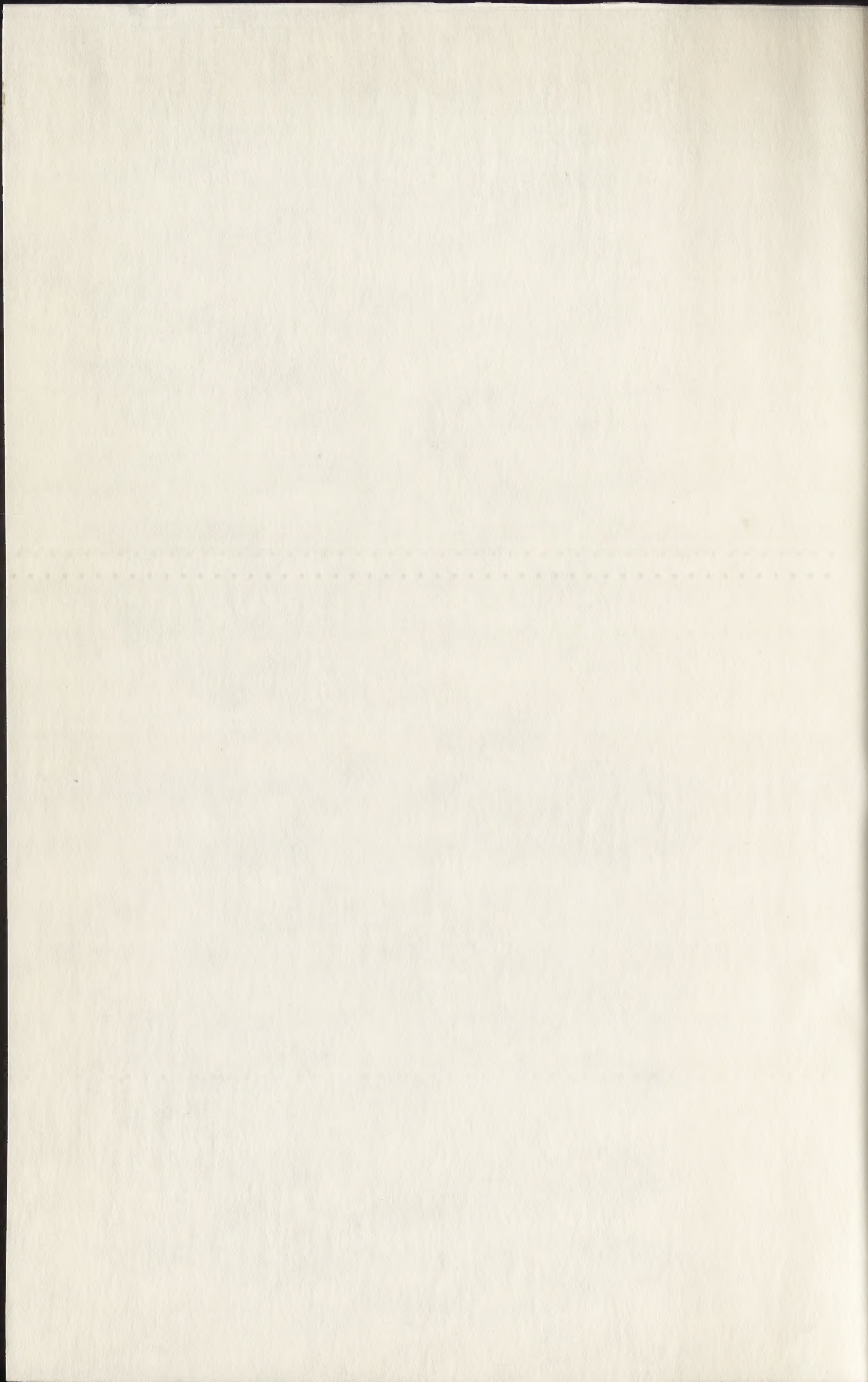


THE GETTY CENTER LIBRARY
Why ask for the moon
when we have the stars?
AS





# LES
# GRANDES USINES

Paris. Typographie de E. Plon et Cie, rue Garancière, 8.

Vol 10

LES

# GRANDES USINES

ÉTUDES INDUSTRIELLES

## EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

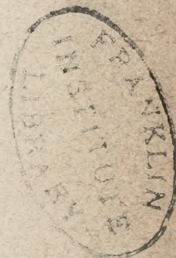
PAR

TURGAN

Membre du jury d'examen et de révision de l'Exposition universelle en 1862
Membre suppléant du jury des récompenses
Membre du Comité des sociétés savantes, chevalier de la Légion d'honneur
Officier d'Académie, etc, etc,

X






PARIS
MICHEL LÉVY FRÈRES, LIBRAIRES-ÉDITEURS
RUE AUBER, 3 BIS, ET BOULEVARD DES ITALIENS, 15
A LA LIBRAIRIE NOUVELLE

1874

*4 octobre 1873.*

*Commencé en* 1870 *par le récit des travaux de M. Ville, le tome X des* Grandes Usines *a été interrompu par la guerre : les études historiques et techniques doivent se faire dans le calme et la tranquillité d'esprit, qu'aucun de nous n'a pu conserver durant ces tristes jours.*

*Pendant six mois, tout notre temps, toute notre énergie, ont été mis au service du colonel de Reffye, sous les ordres duquel nous nous honorons d'avoir contribué de notre mieux à la défense du pays.*

*Lorsqu'en* 1871 *ses officiers et ses ateliers furent si brusquement et si maladroitement licenciés, nous avons, en rentrant à Paris, trouvé notre maison brûlée : nos collections, nos photographies, nos bois gravés, notre bibliothèque spéciale, nos notes, travail préparatoire de vingt années, avaient été incendiés avec la maison, non par l'ennemi, hélas! ni dans un but de résistance raisonnée, mais bêtement et inutilement par nos chers compatriotes affolés.*

*Depuis ce temps, nous avons vainement réclamé une indemnité qui nous permît de continuer notre œuvre, elle ne nous a pas encore été accordée, pas plus pour la maison que pour ce qu'elle contenait : et si nous avons pu enfin terminer ce volume, nous le devons entièrement à la bonne grâce de nos éditeurs.*

*Nous devions à nos souscripteurs l'explication de ces longs retards.*

# CHAMP IMPÉRIAL

# D'EXPÉRIENCES AGRICOLES

## A VINCENNES

---

De toutes les industries humaines, celle qui a pour but la culture de la terre est la plus considérable et la plus importante. A l'exception des métaux et de la houille arrachés aux entrailles de notre globe, toute chose est récoltée à sa surface, et va servir ensuite de matière première aux autres industries ; aussi le champ impérial d'expériences de Vincennes, bien qu'il ne s'étende que sur quelques hectares, est-il, suivant nous, une des plus grandes créations du règne actuel.

Rayonnant par ses correspondants sur toute la France, à l'étranger et jusqu'aux Antilles, ce champ est devenu, par ses annexes, un immense laboratoire, dont le but est d'étudier et d'apprendre les secrets de la végétation, dans les diverses circonstances où l'agriculture place les plantes, et d'en tirer la loi de la fertilité, comme on a déjà formulé la plupart des forces physiques qui régissent la matière.

C'est l'empereur Napoléon III qui a fait seul, et sur sa cassette particulière, depuis dix ans, les frais de cet établissement, dirigé par M. Georges Ville, professeur de physique végétale au Jardin des plantes.

Nous ne pouvons être soupçonné d'adulation pour le Souverain, dont la bienveillance nous a fait défaut toutes les fois que nous l'avons réclamée ; aussi serons-nous fort à l'aise pour rapporter à lui seul, et non à son gouvernement, le mérite de cette institution. L'Empereur a compris, que même en supposant les affirmations de M. Ville exagérées, quand bien même les résultats annoncés par lui ne répondraient pas absolument à ses théories, l'idée qui présidait aux travaux du persévérant chimiste était une idée juste et grande : donner une forme expérimentale incontestable aux applications de la science à l'agriculture, appeler l'examen et la contradiction sur ces questions primordiales.

Nous ne voulons pas recommencer ici ce panégyrique de l'agriculture, tant de fois refait et qui semble toujours à refaire, tant il est vite oublié ; mais c'est vraiment une chose triste de voir combien tout ce qui touche à l'industrie agricole est dédaigné par les classes qui, dans la société moderne, passent pour instruites et éclairées.

Cette profession, qui demande tous les dons naturels, physiques, intellectuels et moraux, est considérée comme une sorte de servitude dont il est honorable de sortir soi-même et de tirer ses enfants, pour en faire des notaires ou des employés du gouvernement.

Pour être un bon cultivateur, il faudrait non-seulement être sain de corps et d'esprit, posséder au plus haut degré le sentiment de la patience, la persévérance, non pas à quelques jours de date, mais à des années d'attente ; il faudrait encore être botaniste de première force, zoologiste, physicien, chimiste, étudier sans cesse les lois de la météorologie, être au courant des mercuriales nationales et étrangères, avoir voyagé dans tous les pays agricoles

du monde, être au besoin vétérinaire, mécanicien, être un homme enfin, dans la plus complète et dans la plus honorable acception du mot.

Au lieu de cela, si quelque fils de famille attaché à l'administration, au commerce, aux arts, veut se faire agriculteur, les parents se considèrent comme amoindris.

Si quelque administrateur, quelque industriel ou quelque commerçant, fatigué de la vie des villes et satisfait d'une aisance modeste, veut se retirer des affaires, pour aller appliquer à la terre les connaissances générales qu'il a pu acquérir, il est sévèrement jugé par les siens, ou tout au moins classé comme un original singulier, presque ridicule.



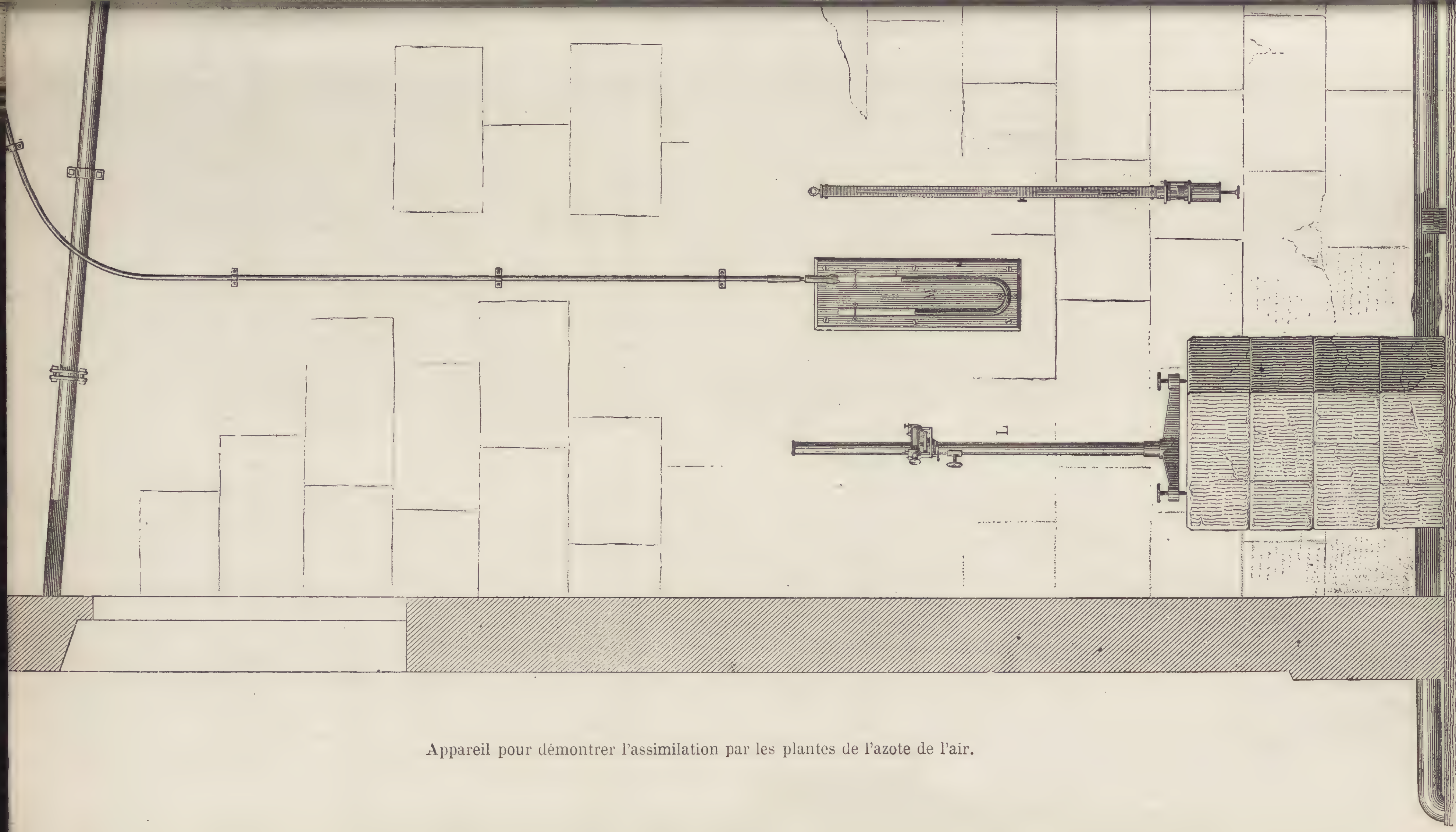
Dans notre assemblée législative, où cependant la plupart de nos députés représentent directement la terre et ceux qui la cultivent, c'est avec impatience toujours, quelquefois même avec une dédaigneuse hilarité, que l'on accueille les questions agricoles,

Enfin, toute profession, toute situation sociale est réglée par nos codes célèbres ; — le code rural, seul, est encore à faire.

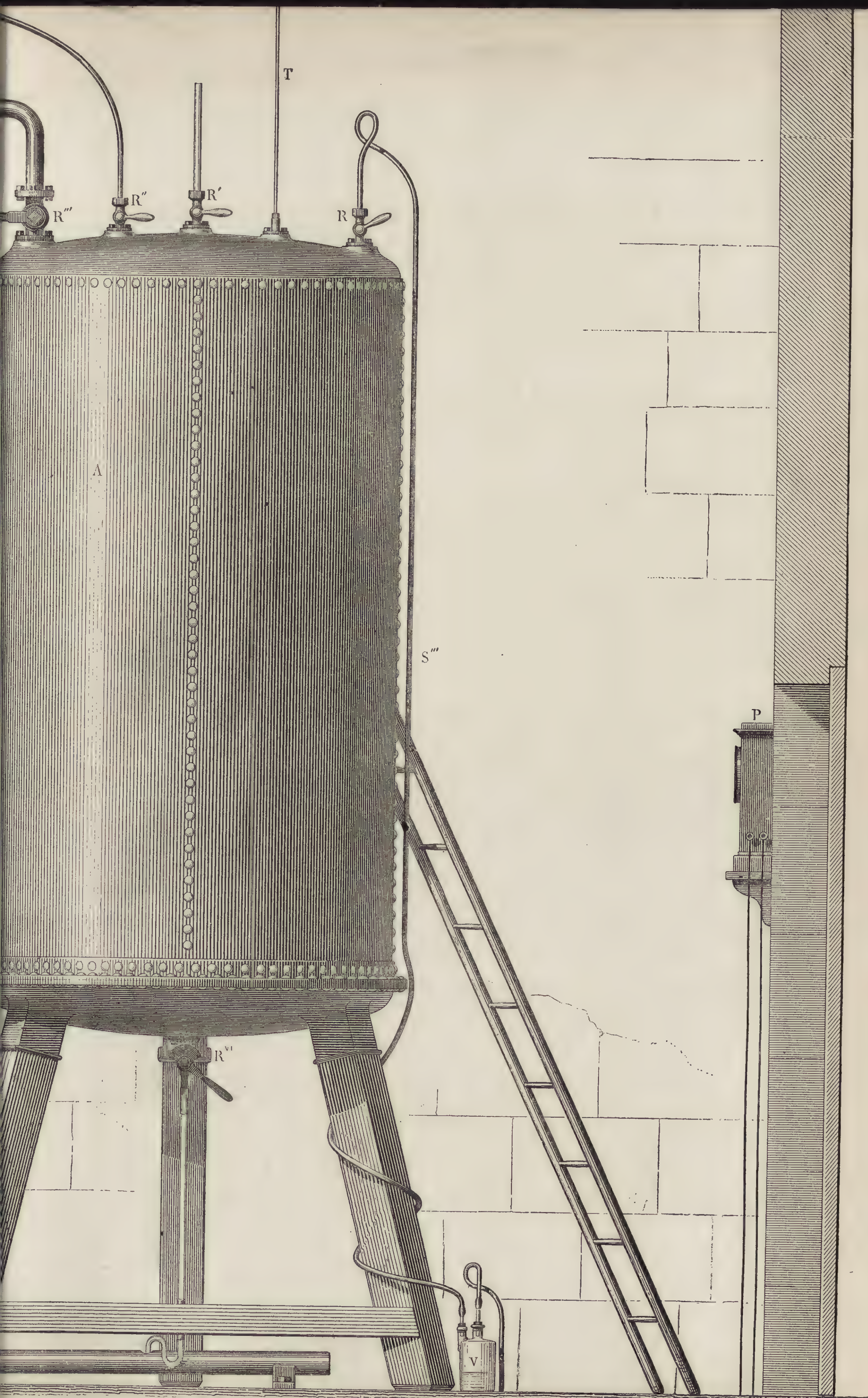
Malgré cela, l'agriculture n'est pas si souffrante que la dépeignent ses apologistes. Cependant, à l'exception des départements du Nord, où les industriels, fabricants de sucre ou d'alcool, ont considéré les terres comme une annexe de leur usine, et des localités où l'on cultive fructueusement la vigne, les plus grands efforts parviennent difficilement à obtenir une culture suffisamment rémunératrice.

M. Georges Ville a étudié les causes de cette situation et a proposé des solutions au problème. Nous laisserons de côté les considérations d'ordre économique, et en faisant connaître ce qui se passe au champ d'expériences de Vincennes, nous raconterons comment, d'après lui, il peut devenir facile de transporter de la fertilité où l'on voudra, comme on transporte déjà de la force avec les machines, de la chaleur avec le combustible.

---




Appareil pour démontrer l'assimilation par les plantes de l'azote de l'air.



T
R'''
R''
R'
R
A
S'''
P
R^VI
V

Il y a aujourd'hui plus de vingt ans, lorsque nous étions interne en médecine à l'hôpital de la Pitié, et déjà rédacteur au *Siècle*, M. de Morny vint nous chercher pour nous conduire à Grenelle, voir le laboratoire d'un de nos anciens collègues, interne en pharmacie, qui disait-on, faisait pousser du blé dans du verre pilé.

Notre étonnement fut grand, en entrant dans le laboratoire de M. Ville, de trouver un agencement de machines et d'appareils de chimie dont les proportions dépassaient tout ce que nous avions vu jusque-là.

Le premier objet qui frappa nos regards, fut une petite machine à vapeur, à grande vitesse, de Flaud, faisant fonctionner tout le jour une pompe destinée à alimenter trois énormes réservoirs en tôle qui servaient eux-mêmes à renouveler l'atmosphère de cinq à six véritables édifices de fer et de verre, où des plantes emprisonnées vivaient grâce à cette ingénieuse disposition.

Plus loin, c'étaient des serres à claires-voies, où d'autres plantes cultivées dans des sols artificiels, formés de sable calciné ou de verre pilé, à l'exclusion de toute substance inconnue, accusaient, par la progression réglée de leur développement, la variété des conditions d'existence qu'on leur avait faite.

Puis venaient des laboratoires de chimie proprement dits, où les produits de ces nombreuses cultures, soumis à l'analyse la plus rigoureuse par les procédés les plus délicats, attestaient la nature différente des agents qui avaient concouru à leur formation.

Cette vaste organisation, créée tout d'une pièce et à grands frais par un jeune homme au début de sa carrière, produisit sur nous une impression que le temps n'a pas affaiblie.

Le progrès des sciences s'est opéré avec régularité dans un ordre progressif, suivant le développement des facultés humaines. Après avoir découvert les lois générales qui règlent le cours des astres, puis les lois plus spéciales et plus compliquées qui dirigent les agents physiques, on a déterminé celles qui interviennent dans la formation des substances minérales.

On s'est enfin placé devant un problème nouveau plus compliqué : la formation des êtres vivants, dont la substance toujours en travail, obéit cependant à des lois non moins générales que celles qui règlent le mouvement des astres, et dépend de conditions plus complexes sans doute, mais non moins arrêtées dans leur virtuelle expression.

C'est ce problème que M. Ville cherchait à résoudre.

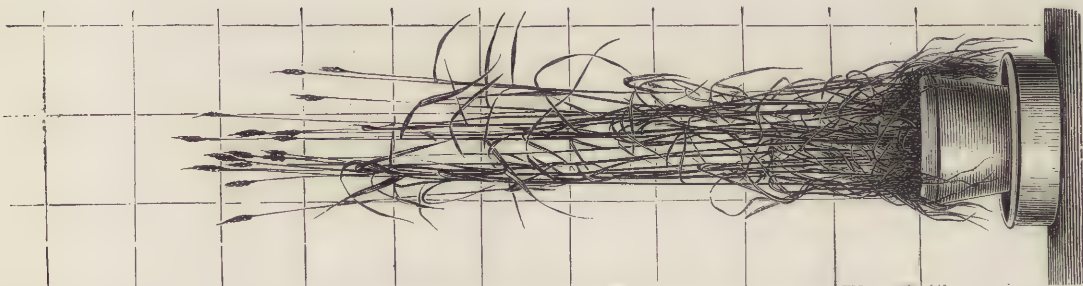
C'était le temps où la chimie organique commençait à prendre son essor : M. Ville s'était proposé d'analyser pendant leur vie les végétaux que, jusqu'alors, on n'avait étudiés qu'après leur mort; et après les avoir analysés, il s'était dit qu'en synthétisant leurs éléments, il devait arriver à les recomposer. Pour écarter, dès l'abord, toute objection qui aurait pu lui être faite sur l'intervention du sol, il avait commencé par en établir un le plus notoirement inerte qu'il avait pu.

L'analyse des plantes mortes lui avait donné pour résultat quatorze éléments en proportions différentes, mais toujours les mêmes et pas d'autres :

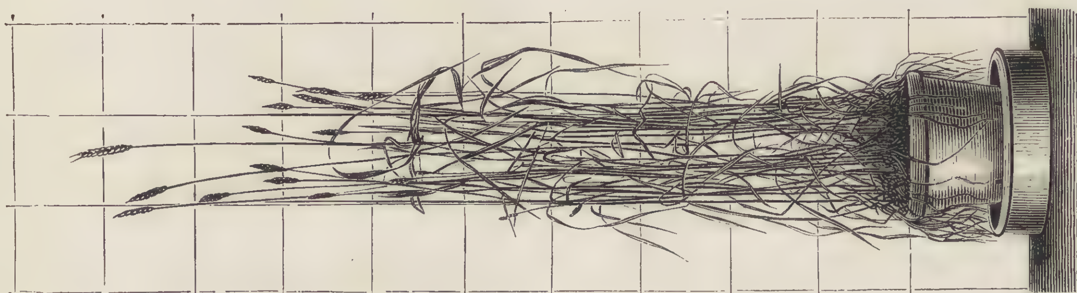
| ÉLÉMENTS ORGANIQUES | ÉLÉMENTS MINÉRAUX | |
|---|---|---|
| Carbone | Phosphore | Manganèse |
| Hydrogène | Soufre | Calcium |
| Oxygène | Chlore | Magnésium |
| Azote | Silicium | Sodium |
| | Fer | Potassium |

Il avait donc eu l'idée, par des arrosages tenant en dissolution les corps minéraux, et par des compositions d'atmosphères renfermant les gaz désignés plus haut, de donner une vie artificielle aux germes de la graine, et d'entretenir cette vie pour ainsi dire scientifiquement dosée.

Tout était pris en note, surtout les quantités d'aliments divers donnés à la plante; et lorsqu'elle était devenue adulte, on la pesait, on analysait ses matériaux, et le résultat de l'expérience était



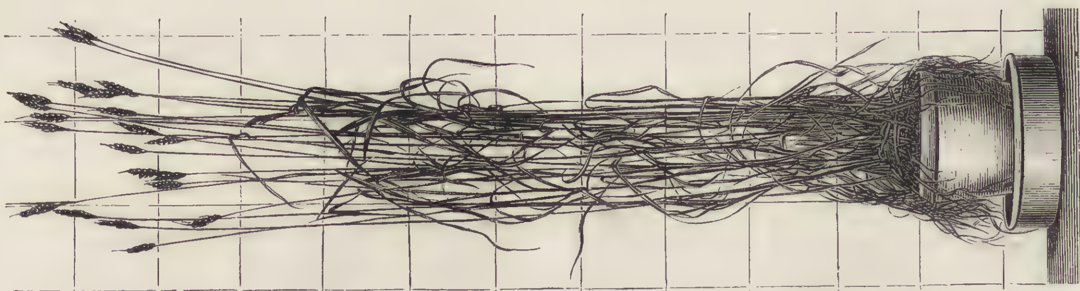
Engrais complet sans humus
et carbonate de chaux.
Paille, racines 16 48



Engrais complet et humus.
Paille, racines 14 26



Engrais complet, carbonate
de chaux.

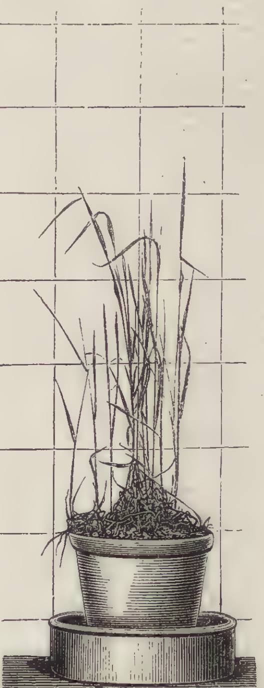


Engrais complet, humus,
carbonate de chaux.

## CHAMP IMPÉRIAL



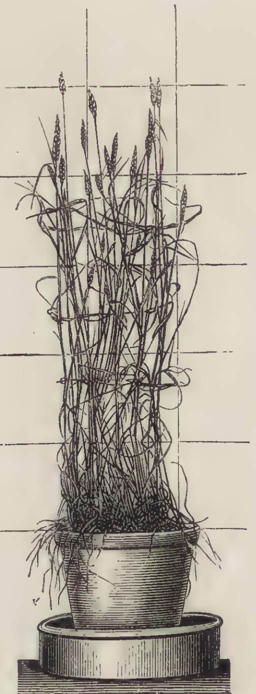
** Engrais complet sans potasse.
Paille, racines 5 82
15 grains 0 21



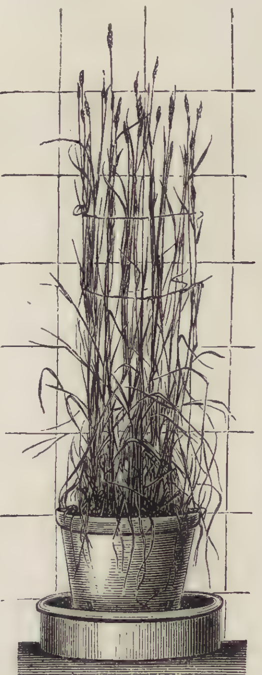
Engrais complet sans magnésie.
Paille, racines 5 58
Grains 0 04



Engrais complet sans phosphate.
Paille, racines 0,60



Matière azotée seule sans minéraux.
Paille, racines 9 16
6 grains 1 09



Minéraux seuls sans matière azotée.
Paille, racines 6 32
23 grains 0 54

conservé — matériellement dans un bocal, — dogmatiquement consigné sur un registre.

Nous sortîmes du laboratoire de Grenelle, persuadé que M. Ville était dans une bonne et utile direction d'études, mais emportant la conviction qu'il ne pourrait mener jusqu'au bout ses travaux commencés. Il y avait là trop de conditions d'insuccès pour que la persévérance d'un homme eût chance d'en triompher. Il était alors déjà bien difficile, en effet, d'analyser convenablement une plante morte : les diverses compositions de l'oxygène, de l'hydrogène, du carbone et de l'azote sont assez variées et assez instables pour qu'il fût difficile de les noter avec précision, surtout il y a vingt ans; mais assurer et suivre la vie d'une plante dans des conditions aussi peu naturelles, dans lesquelles la moindre inattention, le moindre oubli pouvaient être suivis du décès de ladite plante, ceci nous paraissait un peu invraisemblable : un coup de soleil un peu fort, une gelée inattendue, le manque d'eau ou sa trop grande abondance, pouvaient rendre vaines les expériences après six mois de soins et de constante attention.

Nous trouvions alors trop difficile de mener à bien ce qui nous semblait une curiosité de laboratoire; aussi notre étonnement fut-il grand lorsque, quelques années après, assistant comme rédacteur scientifique du *Moniteur Universel* aux séances de l'Académie des Sciences, nous vîmes arriver au palais Mazarin M. Ville, venant développer, au moyen de splendides photographies, une théorie complète de la végétation au point de vue chimique. Quelque temps après, il était nommé professeur de physique végétale au Muséum d'histoire naturelle, et en 1860, il installait à Vincennes son champ d'expériences agricoles et un cours des plus suivis.

Voici le résumé des observations de M. Ville :

Les éléments organiques, carbone, hydrogène et oxygène, combinés soit entre eux, soit avec les divers éléments minéraux, se-

raient empruntés par les plantes, pour la plus grande partie, à l'air et à l'eau. L'azote serait pris en partie à l'atmosphère, en partie au sol.

Certaines plantes, comme les légumineuses, seraient constituées pour prendre à l'air presque tout l'azote dont elles ont besoin, tandis que d'autres végétaux, comme les graminées, sont forcées de chercher leur azote dans le sol.

Les éléments organiques forment les quatre-vingt-quinze centièmes de la substance des végétaux : trois de ces éléments présentent ce fait singulier, que quel que soit le végétal et quelle que soit la partie du végétal, tige, feuille ou graine, leur quantité proportionnelle varie peu; il n'en est pas de même pour la proportion d'azote, qui est extrêmement variable et dont le maximum se trouve dans les graines.

Dans une substance végétale quelconque, le carbone et l'oxygène figurent chacun pour 40 à 45 centièmes, l'hydrogène pour 5 à 6, et l'azote pour 1 à 2.

Les éléments minéraux sont inégalement répartis. Ainsi l'acide phosphorique, la potasse et la magnésie prédominent dans le fruit et la graine, tandis que la silice, la chaux, l'oxyde de fer, les sulfates et les chlorures sont logés dans la tige et les feuilles.

De ces nombreuses expériences, M. Ville a encore conclu que l'absence de l'un des éléments constitutifs des plantes paralysait l'action des autres éléments ; il a vu aussi que l'abondance de tel ou tel élément, suivant la nature de la plante, déterminait chez celle-ci un bien-être particulier, suivi d'un développement extraordinaire ; comme si la présence de cet élément dans le sol ou dans l'atmosphère donnait aux organes de la plante une aptitude particulière à s'assimiler tous les aliments mis à sa portée.

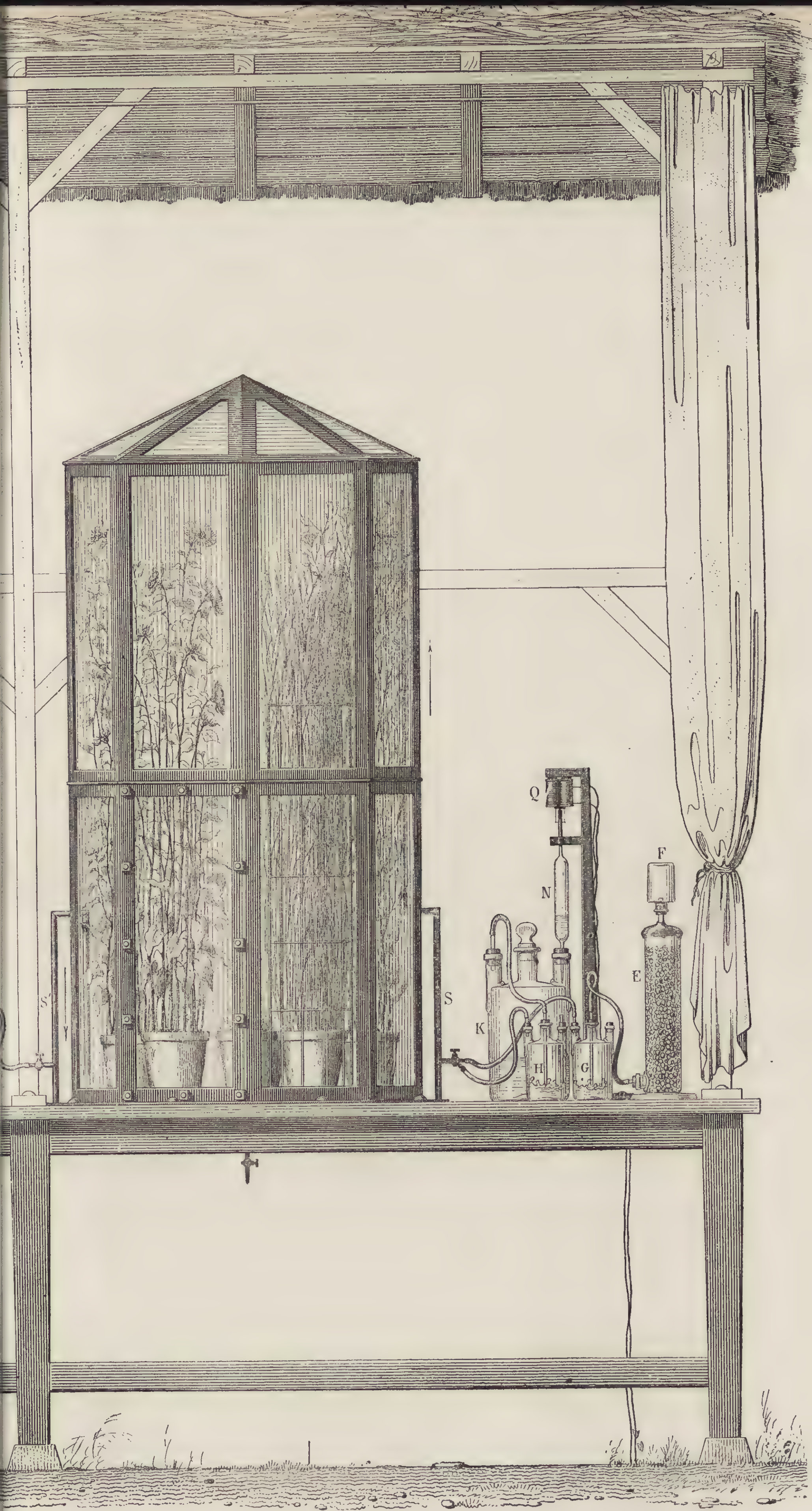
C'est là, suivant nous, la grande et importante découverte de M. Ville ; c'est la base fondamentale de tout son système de culture au moyen de ce qu'il appelle la *dominante*.

Une grande partie des premières expériences de M. Ville a été consacrée à prouver que les plantes prenaient de l'azote à l'air, ce

LÉGENDE DE L'APPAREIL A DÉMONTRER L'ASSIMILATION DE L'AZOTE PAR LES PLANTES (PAGES 4 ET 5, 12 ET 13).

A, Aspirateur n° 1 = 1998$^{lit}$,916 à 12°. P = 0$^{m}$,760.
R, Robinet d'aspiration pour la rentrée de l'air.
T, Thermomètre marquant les dixièmes de degré.
R', Robinet pour faire échapper l'air lorsqu'on remplit l'aspirateur.
R'', Robinet pour empêcher la communication avec le manomètre pendant qu'on remplit l'aspirateur.
R''', Robinet de remplissage.
T', Tube de niveau pour indiquer la hauteur de l'eau dans l'aspirateur.
R$^{iv}$ et R$^{v}$, Robinets pour intercepter la communication de l'intérieur de l'aspirateur avec le tube de niveau en cas d'accident.
M, Manomètre pour mesurer la force élastique de l'air intérieur.
L, Lunette pour lire les divisions du manomètre.
E, Éprouvette remplie de pierre ponce imbibée d'acide sulfurique pour arrêter les poussières et l'ammoniaque de l'air.
F', Flacon renversé pour empêcher l'eau de la pluie d'entrer dans l'éprouvette. Ce flacon est fixé sur un bouchon cannelé; l'air entre par les cannelures.
G, Flacon laveur contenant une dissolution de bicarbonate de soude pour arrêter l'acide sulfurique entraîné par le courant d'air.
H, Flacon laveur contenant une dissolution de bicarbonate de soude pour laver l'acide carbonique dans le flacon K.
K, Flacon dans lequel on produit l'acide carbonique qu'on ajoute à l'air. Cette production s'opère au moyen du bicarbonate de soude et de l'acide sulfurique.
S, Tuyau qui amène l'air dans les cloches.
I, Flacon laveur contenant de l'acide sulfurique dilué.
J, Flacon laveur contenant une dissolution de bicarbonate de soude.
S', S'', S''', Conduit qui amène l'air des deux cloches dans l'aspirateur.
V, Flacon dans lequel se rassemble l'eau qui se condense dans le tube d'appel.




Q
N
F
E
S
K
H
G
S'

qui avait déjà été affirmé, puis nié par divers chimistes; pour cela, il construisit l'appareil dont nous donnons la figure pages 4 et 5, 12 et 13; aux pages 12 et 13 sont les plantes enfermées en vases clos, communiquant par un tuyau passant sous la terre avec l'appareil figuré pages 4 et 5.

M. Ville avait déjà prouvé théoriquement qu'on ne pouvait attribuer à la présence de l'ammoniaque dans l'air, l'azote absorbé par les plantes, attendu que la proportion qui s'y trouve, en général, est si faible, qu'on ne constate guère que de 16 à 32 grammes d'ammoniaque pour un million de kilogrammes d'air, ou, comme le dit M. Ville, un dé à coudre à côté du Panthéon.

Pour conclure expérimentalement, il sema des graines dans des sols composés avec des matériaux connus, et dont l'azote sous toutes les formes avait été rigoureusement exclu; il enferma ces plantes dans des cages vitrées, qu'il fit traverser par un courant d'air débarrassé des poussières et corpuscules et même de l'ammoniaque qu'il aurait pu contenir, en le faisant passer au travers d'acide sulfurique et de bicarbonate de soude. Les plantes, venues dans ces circonstances, donnèrent un excédant d'azote, dépassant plus ou moins, suivant l'espèce de la plante, la quantité d'azote contenue dans la graine. Cette assimilation de l'azote de l'air ne commence, pour la plante, que lorsque ses feuilles ont déjà atteint une certaine force.

Il faut donc s'appliquer à lui faire dépasser la période où la plante n'est, à vrai dire, que la substance transformée de la graine.

Le carbone existe dans l'atmosphère à l'état d'acide carbonique; tout le monde sait que les végétaux absorbent par leurs feuilles cet acide carbonique, gardent le carbone et rendent l'oxygène, à l'inverse des animaux, qui absorbent l'oxygène et rendent de l'acide carbonique. Le sol contient aussi du carbone à l'état de matières organiques dont la décomposition peut produire de l'acide carbonique.

L'hydrogène et l'oxygène sont fournis par l'eau, soit de la pluie, soit des arrosements artificiels.

En résumé, d'après ce qui vient d'être dit, des quatre éléments

organiques, le cultivateur ne serait chargé de fournir aux végétaux qu'un seul, l'azote, que toutes les plantes n'ont pas au même degré et à toutes les périodes de leur vie la même facilité de prendre à l'air.

Il n'en est pas de même des éléments minéraux : chaque récolte en emporte une quantité plus ou moins grande, et si on ne les remplace pas, la terre est frappée de stérilité au bout d'un certain temps.

Pour définir la fonction des éléments minéraux, M. Ville pensa que le moyen le plus sûr devait consister à composer un sol artificiel avec des matières inertes, qu'il finit par borner à du sable d'Étampes, c'est-à-dire à de la silice pure, puis il y ajouta successivement et un à un tous les éléments dont l'analyse lui avait découvert la présence dans les végétaux.



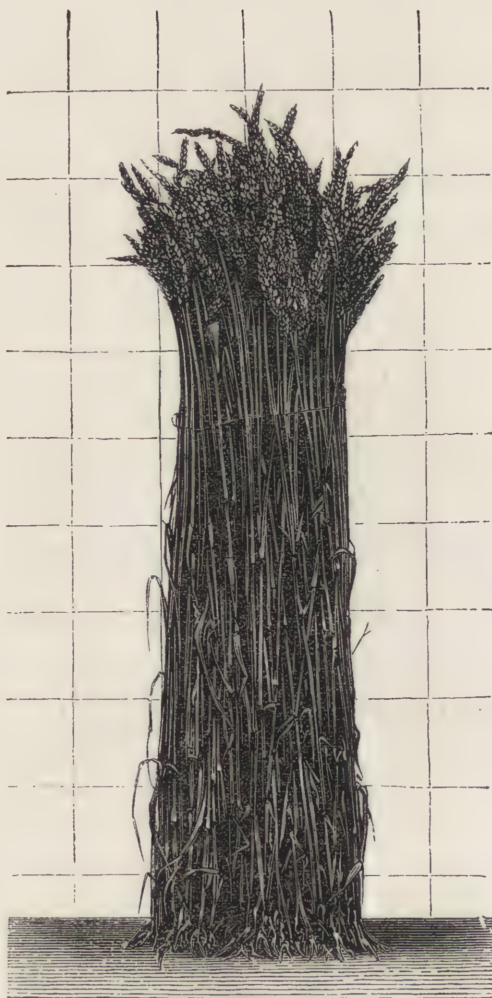
Une fois fixé sur sa méthode, M. Ville plaça donc dans un pot en biscuit de porcelaine, enduit de cire fondue, du sable d'Etampes calciné, il y sema vingt grains de blé, qu'on arrosait avec de l'eau distillée. Dans ces conditions précaires s'il en fut, puisque le sol se trouvait réduit à un simple point d'appui inerte et absolument passif, il obtint 5 grammes de récolte répartis ainsi :

4,96 pour la paille et les racines.
0,15 pour le grain.

Il ajouta dans le sable, de l'humus, et obtint :

5,45 divisés en paille et racines, 5,42.
grains. 0,7

Il disposa ensuite une série nombreuse de pots, qui réalisait une sorte d'échelle progressive de fertilité, à raison des additions faites à chacun. Ajoute-t-on au sable la totalité des éléments minéraux au nombre de dix? la récolte atteint 8 grammes. ajoute-t-on au sable une matière azotée sans minéraux, on obtient 9 grammes;



Engrais azoté sans minéraux, rendement à l'hectare.
Paille kil. 6,931 hectol.
Grains 3,790 46



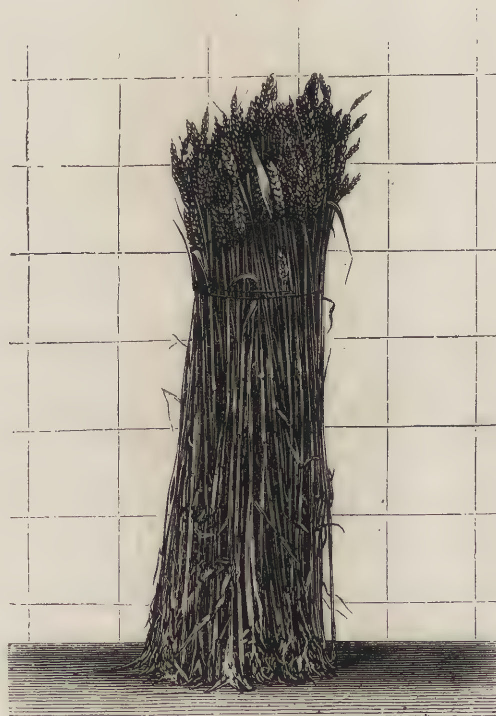
Engrais complet rendement à l'hectare
Paille 3 587 hectol.
Grains 1 620 20

puis, avec la matière azotée et les minéraux réunis, la récolte atteint 22 à 25 grammes.

En dehors de cette dernière combinaison, la végétation était



Engrais minéral sans matière azotée, rendement à l'hect.
Paille kil. 3,003 hectol.
Grains 1,286 16



Terre sans engrais rendement à l'hectare
Paille kil. 2,640 hectol.
Grains 902 11

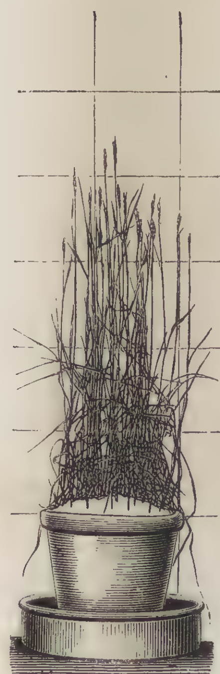
triste et languissante ; on n'obtenait, à vrai dire, que des rudiments de plante plutôt que des plantes véritables, jaunes, pâles, rabougries, contrastant par leur aspect souffreteux avec celles venues par le secours réuni de la matière azotée et des minéraux, dont la taille,

la couleur, le port et l'aspect rappelaient les plantes des sols les plus fertiles.

Lorsqu'on passe d'un sol artificiel de sable à une terre naturelle,



Engrais complet.

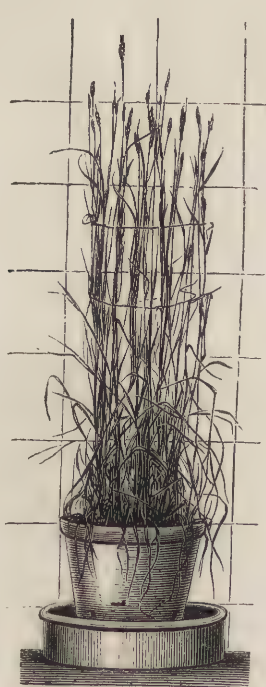


Sable calciné.

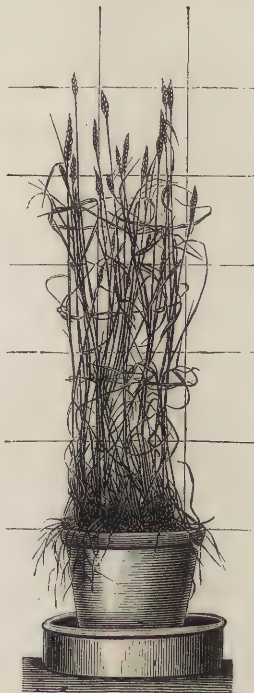
on est tout d'abord arrêté par une difficulté. Si l'on essaye l'action de deux engrais, l'un contenant seulement une matière azotée, du phosphate de chaux, ou la potasse et la chaux, l'autre contenant

en plus la magnésie, l'oxyde de fer, le chlore, le soufre est dans les deux, l'effet est exactement le même.

Les corps de cette dernière catégorie n'exerceraient-ils donc aucune influence sur la végétation ? Bien au contraire, leur intervention est indispensable ; mais les terres naturelles, même les plus médiocres, en étant surabondamment pourvues, il n'y a pas lieu



Minéraux seuls.



Matière azotée seule.



de s'en préoccuper. Aussi, lorsque M. Ville a transporté ses études du domaine de la science dans celui de la pratique, au champ de Vincennes, considérant que le sol contient en quantité suffisante les minéraux du second groupe, n'a-t-il expérimenté qu'avec le phosphore, la potasse et la chaux.

Voulant se rendre compte de l'existence proportionnelle de ces minéraux dans la terre qui devait servir de base à ses opérations, il l'a analysée, et il a trouvé que, dans quatre millions de

kilogrammes représentant à peu près la couche végétale répartie à la surface d'un hectare, il y avait :

| | |
|---|---|
| Acide phosphorique | 1,796 kilogrammes. |
| Potasse | 2,361 |
| Chaux | 39,365 |

Après avoir, quatre années de suite, cultivé du blé sur cette même terre, en employant comme engrais une matière azotée, il est arrivé à ne plus produire qu'une récolte insignifiante de cinq à six hectolitres à l'hectare ; et cependant les quatre récoltes n'avaient enlevé à la terre que :

| | |
|---|---|
| Acide phosphorique | 85 kilogrammes. |
| Potasse | 92 |
| Chaux | 40 |

Il en a conclu, ce qu'il avait déjà prévu, qu'une terre peut contenir encore, en grande quantité, les éléments minéraux indispensables, et cependant ne pas les présenter aux plantes à l'état soluble et assimilable par leurs organes. Il a vu, de plus, ce qui était déjà connu pour le guano, que les engrais azotés, ou presque entièrement composés de matières azotées, ayant une action annuelle efficace, amènent rapidement la stérilité dans les terres sur lesquelles on les emploie tous les ans.

Cette expérience donne aussi les raisons du succès de la jachère nue, avec labours répétés. Pendant dix-huit mois, la terre est mise au contact de l'atmosphère, par des surfaces souvent renouvelées. Ses éléments, sous l'influence de l'air, de l'eau, de la gelée, de la chaleur, modifient leur composition ; une partie est amenée à l'état soluble et assimilable par les plantes de la récolte suivante.

A côté du carré où les récoltes allaient ainsi en décroissant, M. Ville sema du blé, auquel il donna, tous les ans, une fumure dosée d'après ses principes, et dans lequel il obtint tous les ans,

depuis huit ans, un rendement moyen à l'hectare de 32 hectolitres de grain, tandis que la terre sans engrais en donnait 11.

En fumant avec une matière azotée, sans engrais minéral, il obtint, la première année, 20 hectolitres.

Avec engrais minéral, sans matière azotée, 16.

Les trois expériences suivantes montreront l'importance relative des différents termes de l'engrais ; ainsi à Vincennes, on a obtenu en 1864, sur le blé :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Engrais complet | | 39 | hectolitres de blé. |
| — | Sans chaux | 37 | — |
| — | Sans potasse | 28 | — |
| — | Sans phosphate | 24 | — |
| — | Sans matière azotée | 15 | — |
| — | Sans aucun engrais | 11 | — |

M. Cavallier, au Mesnil Saint-Nicaise, dans le département de la Somme, a obtenu sur les betteraves :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Engrais complet | | 51,000 | kilogrammes. |
| — | Sans chaux | 47,000 | — |
| — | Sans potasse | 42,000 | — |
| — | Sans phosphate | 37,000 | — |
| — | Sans matière azotée | 36,000 | — |
| — | Sans aucun engrais | 25,000 | — |

M. de Jabrun, à la Guadeloupe, en cultivant la canne à sucre, a récolté :

| | | | |
|---|---|---|---|
| Engrais complet | | 57,000 | kilogrammes. |
| — | Sans chaux | 50,000 | — |
| — | Sans potasse | 35,000 | — |
| — | Sans phosphate | 15,000 | — |
| — | Sans azote | 56,000 | — |
| — | Sans aucun engrais | 3,000 | — |

Ce procédé d'expérimentation montre clairement quels sont les éléments dont la terre manque le plus, et, par conséquent, quels sont ceux dont la quantité doit être le plus accentuée dans les dosages d'engrais.

C'est donc, à vrai dire, une analyse du sol, non dans le sens absolu de ce mot, mais une analyse par rapport aux besoins des plantes et aux exigences de la culture.

M. Ville a varié l'application de cette méthode, qui est, par sa simplicité et son caractère pratique, accessible aux plus humbles exploitations agricoles.

En cherchant l'origine de l'azote contenu dans les plantes, on a vu que les unes et parmi ces dernières, au premier rang, les légumineuses, étaient aptes à le puiser dans l'air à l'état d'azote élémentaire, tandis qu'un grand nombre d'autres, parmi lesquelles il faut placer les céréales, ont besoin de le trouver dans le sol à l'état d'ammoniaque ou de nitre. Ce contraste entre les aptitudes des céréales comparées aux légumineuses, permet de décider immédiatement et sans le secours d'aucun auxiliaire, si la terre contient à la fois les minéraux reconnus indispensables aux plantes et de la matière azotée, ou seulement une seule de ces deux catégories d'éléments.

Que l'on institue l'un à côté de l'autre un semis de pois et un semis de blé. Les deux donneront-ils une récolte abondante? Tenez pour certain que la terre est pourvue à la fois d'azote et de minéraux. Le succès du blé est-il médiocre et celui des pois complet? C'est l'indice que la terre manque de matière azotée et contient des minéraux. Sont-ce les pois qui sont précaires et le blé satisfaisant? sans dépasser une récolte moyenne; cette fois, la terre contient de la matière azotée et manque de minéraux.

On le voit donc, ici tout est simple, et la conclusion formulée par les plantes elles-mêmes.

Nous ne rappellerons pas toutes les expériences suivies par M. Ville à Vincennes, et toutes celles qui se sont faites et se font encore chez les deux mille agriculteurs avec lesquels le professeur de physiologie végétale entretient une active correspondance, dont toutes les lettres sont conservées et classées dans des registres aussi bien tenus que ceux des maisons de banque les mieux ordonnées.

Nous ne rapporterons pas non plus les nombreuses comparaisons

entre les effets du fumier de ferme et ceux des engrais minéraux. Les chiffres obtenus pourraient créer des illusions et occasionner des mécomptes, qui nuiraient au but que doit se proposer la science.

Il nous semble en effet bien difficile, en agriculture, d'établir des comparaisons rigoureuses : la variété des climats, les différences de constitution physique du sol, la composition si incertaine des fumiers de ferme, d'après la nature et le volume relatif de litière employée, les soins donnés à ce fumier, les modes et l'époque d'épandage et d'enfouissement, constituent des chances d'inégalité telles, que toute personne ayant un peu étudié les conditions moyennes de l'agriculture ne pourrait pas évaluer l'écart des différents terme de comparaison à moins de 1 à 25.



M. Ville avait voulu se rendre compte de ce que contenaient de matières utiles 100 grammes de fumier sec, et voici ce qu'il avait obtenu :

| | | Dans 100 de fumier sec de la ferme de Vincennes. | de la ferme de Beckelbronn. | de la ferme du Thier-Garten. |
|---|---|---|---|---|
| Éléments organiques. | Carbone. Hydrogène. Oxygène. | 59 65 | 65 50 | 64 67 |
| | Azote | 2 08 | 2 00 | 2 56 |
| Éléments minéraux. | Acide phosphorique | 0 88 | 1 00 | 1 26 |
| | Acide sulfurique | Traces. | 0 63 | 0 82 |
| | Chlore | 0 70 | 0 20 | 0 32 |
| | Alumine, peroxyde de fer. | 0 68 | 2 03 | 1 51 |
| | Chaux | 5 23 | 2 83 | 3 70 |
| | Magnésie | 0 32 | 1 20 | 1 88 |
| | Soude | Traces. | 2 60 (soude et potasse) | 0 87 |
| | Potasse | 2 46 | | 3 87 |
| | Silice soluble | 1 45 | 22 13 (silice et sable) | 6 25 |
| | Sable | 25 66 | | 10 77 |

Mais les fumiers expérimentés étaient des fumiers recueillis dans les établissements agricoles très-ordonnés, où le fumier, déjà composé de bons éléments, avait été de plus bien soigné, de façon à ne pas lui laisser perdre ses éléments les plus utiles, comme on le fait

# ABSORPTION

## DE L'AZOTE DE L'AIR

### par les Végétaux

---

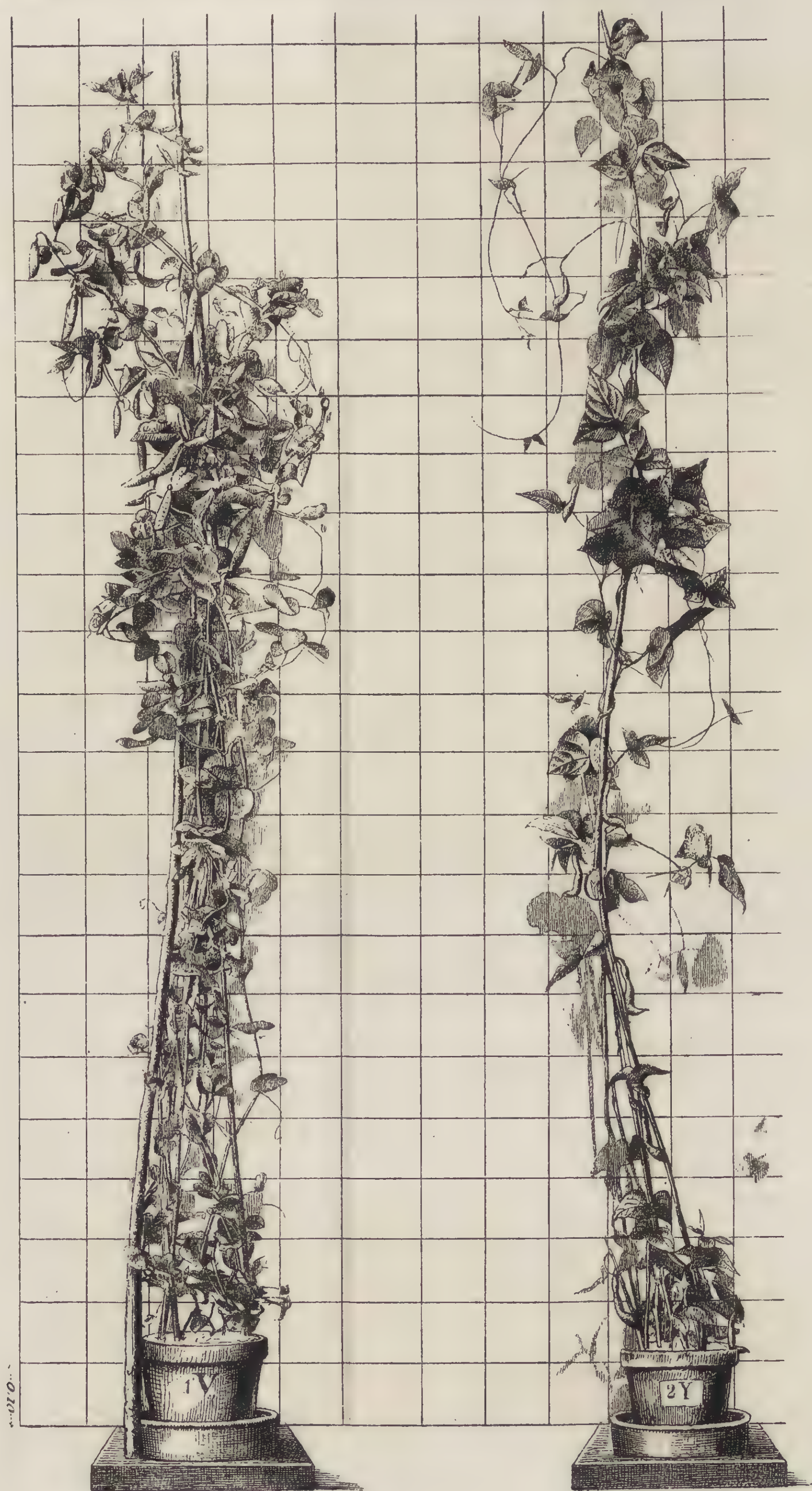
*Méthode de Mr. Boussingault*



Récolte _ 3gr 59. Récolte _ 5gr 77. Récolte _ 46gr 01

Exécutées simultanément en 1861.

Méthode de Mr. G. Ville.




Récolte – 79gr. 74. Récolte – 61gr. 24.

le plus souvent dans les exploitations agricoles françaises; aussi ne sommes-nous pas étonné, en parcourant les expériences consignées par M. Ville, de voir les rendements obtenus au moyen des engrais chimiques bien dosés, l'emporter presque toujours sur les fumiers de ferme employés en quantité supérieure, aux conditions moyennes de la culture.

En effet, le fumier de ferme renferme peu d'éléments solubles et immédiatement assimilables, et il faut du temps pour que ces éléments utiles puissent devenir actifs; tandis que les matériaux des engrais chimiques sont disposés de telle sorte qu'ils agissent immédiatement après la première pluie qui suit leur épandage.

Il y a donc, dans l'emploi de ces matières pulvérulentes et solubles, un avantage précieux : la rapidité du résultat; il y a de plus, et ce qui est très-important pour des expériences raisonnées, une certitude de composition que ne peut donner le fumier de ferme. Examinons, en effet, quels sont les corps employés pour fournir aux végétaux la potasse, la chaux, l'acide phosphorique et l'azote.

La *potasse* est presque toujours donnée à l'état de nitrate de potasse, ce qui ajoute en même temps une partie de l'azote que doit contenir l'engrais complet; ce nitrate se compose d'un équivalent de potasse uni à un équivalent d'acide azotique renfermant un équivalent d'azote.

Cent parties de nitrate de potasse contiennent :

| | | |
|---|---|---|
| Potasse. | | 46 59 |
| Acide azotique . | Oxygène | 89 57 |
| | Azote | 13 84 |
| | | 100 00 |

Le nitrate de potasse se trouve en abondance dans l'industrie, au prix moyen de 66 francs par 100 kilogrammes; il se faisait autrefois aux dépens de l'air, par des procédés longs et incertains; aujourd'hui, il s'obtient par la transformation du nitrate de soude en nitrate de potasse, au moyen du chlorure de potassium.

Le chlorure de potassium est fourni aujourd'hui au commerce

par les mines de Stassfurth, qui le donneraient à très-bon compte si ce produit n'était pas frappé d'un impôt par le gouvernement prussien.

Mais la mer est une source abondante de chlorure de potassium; déjà M. Merle, aux salins de Giraud, en Camargue, par une application des procédés de M. Balard, utilisant en grand les procédés Carré, pour le refroidissement (au moyen de l'ammoniaque) des eaux-mères des salins, avait pu obtenir des quantités assez considérables de chlorure de potassium et d'autres chlorures; les demandes de l'industrie des engrais vont appeler de nouveau l'attention des chimistes et des industriels sur cette question, et il est à supposer qu'ils trouveront de nouveaux moyens moins dispendieux d'extraire le chlorure de potassium des eaux de la mer.

Quelle que soit sa provenance, et surtout quand il vient de la mer, le chlorure de potassium contient toujours une assez forte proportion de magnésie, dont on le prive par un simple turbinage.

Le nitrate de soude, dont la réaction sur le chlorure de potassium donne le nitrate de potasse, ne se trouve pas en Europe en quantités industrielles, bien que quelques fabriques d'iode en donnent de petites quantités. Il vient, en général, du Pérou, où il en existe des gisements considérables; il a été pendant quelque temps très-bon marché, mais les tremblements de terre et d'autres causes qui ont bouleversé le Pérou, ont fait monter de 35 à 46 francs le prix des 100 kilogrammes. Il faut espérer que la demande de ce produit fera rechercher de nouveaux gisements et exploiter plus activement ceux que l'on connaît déjà.

La potasse peut encore être demandée à d'autres corps, où elle se trouve à l'état de sels aussi solubles mais d'une action moindre, puisqu'ils ne contiennent pas d'azote; d'abord le carbonate de potasse, toujours mêlé avec les autres sels qui composent les cendres des végétaux :

La potasse brute ou épurée qui vient, soit des salins de betteraves, soit des eaux de lavage des laines; mais ces derniers produits, très-recherchés par la verrerie et d'autres industries, sont très-rarement

employés dans les mélanges d'engrais chimiques, à cause de leur prix élevé et de la variabilité de leur composition.

Les sources d'*azote* sont de deux sortes : d'abord, le nitrate de soude, dont la composition donne 16 pour 100 du produit utile.

| | | |
|---|---|---|
| Soude. . . . . . . . . . . . | | 36 47 |
| Acide azotique . | Oxygène . . . . | 47 06 |
| | Azote . . . . . | 16 47 |
| | | 100 00 |

Puis le sulfate d'ammoniaque, contenant :

| | | |
|---|---|---|
| Acide sulfurique monohydraté. | Acide sulfurique. | 60 60 |
| ($SO^3$ HO) . . . . . . . . | Eau . . . . . | 13 65 |
| Ammoniaque (Az. $H^3$). . . | Hydrogène. . . | 4 54 |
| | Azote . . . . | 21 21 |

Le sulfate d'ammoniaque, qui vaut en moyenne aujourd'hui 46 francs les 100 kilogrammes, valait à peine de 15 à 20 francs, il y a quelques années, et n'est encore recueilli que dans quelques établissements trop rares. On l'obtient par la distillation des eaux vannes provenant des vidanges des grandes villes, en faisant passer le gaz sur de l'eau contenant de l'acide sulfurique. Comme l'ammoniaque a une extrême tendance à s'unir avec cet acide, il est fixé et se dépose en cristaux au fond de l'eau.

La distillation de la houille pour la production du gaz d'éclairage donne encore lieu à une production d'ammoniaque assez abondante pour que ce corps puisse être recueilli d'une façon rémunératrice; c'est toujours en se servant de l'affinité grande de ce corps pour l'acide sulfurique qu'on peut le recueillir dans les eaux d'épuration du gaz d'éclairage; mais il se perd malheureusement tous les jours des quantités considérables de ce précieux agent, qui se produit toutes les fois que l'on détruit par la combustion, et surtout par la distillation en vase clos, une matière animale ou végétale quelconque. Ainsi, toutes les industries qui distillent de la houille en vase

clos pour différentes raisons, comme les fours Appolt pour la production du coke métallurgique, les fours Siemens et leurs analogues, les hauts-fourneaux, auraient également intérêt à recueillir l'ammoniaque qui se dégage au milieu des gaz combustibles.

« A cette source, dit M. Ville, on devra désormais en ajouter une autre plus importante encore : quand les volcans sont parvenus à la période d'apaisement où ils ne dégagent que de la vapeur d'eau, ils produisent une quantité énorme de sulfate d'ammoniaque que l'on peut extraire en utilisant la chaleur de la vapeur qui a entraîné ce sel à la surface du sol. »

« Le seul volcan aqueux de Travale, dans la province de Volterre, en Toscane, en fournit chaque jour, d'après le professeur Becchi, 1500 kilogrammes, une tonne et demie! Il m'a été donné de constater un fait analogue sur un grand nombre d'autres volcans de la même origine. »

Les fabricants de noir animal qui calcinent des os, et bien d'autres industriels, pourraient recueillir cet agent de fertilité aujourd'hui perdu.

Quand les vérités professées par M. Ville seront plus répandues, on ne laissera pas ainsi retourner à l'atmosphère ce corps d'une application si certaine; il se fera certainement de petits appareils d'un emploi facile et qui pourront être adaptés dans toutes les circonstances où il se produit de l'ammoniaque.

Le sulfate d'ammoniaque est soluble, très-assimilable, et se trouve dans le commerce presque pur ; il renferme à peine de 3 à 4 pour 100 de matières étrangères, et la quantité d'azote qu'il contient est toujours d'environ 20 pour 100.

Le troisième élément qui, d'après la doctrine de M. Ville, est indispensable à la végétation, c'est-à-dire l'*acide phosphorique*, ne se trouve, ni dans la nature ni dans l'industrie, à l'état de liberté ; il est toujours en combinaison avec une base qui est la chaux.

Cette combinaison, appelée phosphate de chaux, peut être en

proportions différentes, et constituer des corps plus ou moins solubles.

L'un de ces phosphates est composé d'un équivalent d'acide phosphorique uni à trois équivalents de chaux.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide phosphorique. . . | Ph. $O^5$ | 45 | 80 |
| Chaux . . . . . . . . | Ca. O | 54 | 20 |
| | | 100 | 00 |

Un autre phosphate, appelé phosphate neutre de chaux, est composé d'un équivalent d'acide phosphorique, de deux équivalents de chaux, et d'un équivalent d'eau.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide phosphorique. . . | Ph. $O^5$ | 52 | 20 |
| Chaux . . . . . . . . | Ca. O | 41 | 18 |
| Eau. . . . . . . . . | HO | 6 | 62 |
| | | 100 | 00 |

Enfin, le phosphate acide de chaux contient un équivalent d'acide phosphorique, un de chaux et deux d'eau.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Acide phosphorique. . . | Ph. $O^5$ | 60 | 68 |
| Chaux . . . . . . . . | Ca. O | 23 | 94 |
| Eau. . . . . . . . . | HO | 15 | 38 |
| | | 100 | 00 |

Le premier, appelé phosphate tribasique, est absolument insoluble; cependant, avec le temps, l'acide carbonique se développant dans la terre l'attaque peu à peu et il devient alors assimilable; mais cette modification est toujours très-longue et très-incertaine.

Le second, quoique peu soluble dans l'eau, est facilement soluble dans l'eau contenant de l'acide carbonique.

Le troisième, extrêmement soluble dans l'eau, se change dans le sol en phosphate neutre, sous l'action du carbonate de chaux qu'il rencontre; c'est donc le meilleur phosphate, et celui que les

fabricants d'engrais chimiques s'efforcent de produire au meilleur marché possible, en traitant les différents phosphates naturels.

Les phosphates de chaux que l'on rencontre dans la nature ou dans l'industrie sont les os des animaux, soit à l'état brut, ou le plus souvent ayant servi déjà, à l'état de noir de raffinerie, à purifier les sirops et les jus des fabriques de sucres. Ce noir, dit noir animal, depuis longtemps est employé en agriculture ; le phosphate de chaux y est assimilable lorsqu'il est réduit en poudre fine.



Parmi les gisements de phosphate de chaux, on doit mentionner les coprolites et les nodules : les premiers sont des excréments de sauriens fossilisés, que l'on trouve en petites masses de la forme et de la grosseur d'un œuf.

Les nodules, qui existent en amas assez importants dans les Ardennes, la Moselle et la Manche, contiennent 20 à 40 p. 100 de phosphate de chaux. Ce corps existe également dans la Marne en quantités plus ou moins notables.

Les falunières de Touraine et autres dépôts pourraient également être utilisés.

Sous le nom d'apathite, on désigne une roche de phosphate de chaux réunie à du fluorure de calcium. Cette roche fait partie des couches volcaniques et se montre au lac de Laach, sur les bords du Rhin, à Albano, près de Rome, au Saint-Gothard et dans le pays de Galles.

Les mines de Logrosan, en Espagne, peuvent en fournir de grandes masses, faciles à exploiter, et contenant en moyenne de 70 à 80 p. 100 de phosphate de chaux.

Lorsque, par le développement de la consommation, la demande de cette matière sera devenue plus générale, les moyens de transport, aujourd'hui défectueux, seront améliorés, et le phosphate de Logrosan viendra alimenter le marché agricole.

Ces phosphates minéraux, réduits en poudre, donnent de bons résultats dans les terres rendues acides par la quantité de débris végétaux qu'elles contiennent ; dans la plupart des cas, cependant, ils doivent subir un traitement avant d'être répandus sur le sol.

En les arrosant avec de l'acide sulfurique hydraté, cet agent s'empare d'une partie de la chaux, et on obtient un mélange de sulfate de chaux et de phosphate acide de la même base.

La matière ainsi obtenue a reçu le nom de *superphosphate*, et l'acide phosphorique qu'elle renferme est amené à devenir parfaitement assimilable par les plantes. Quelquefois cette action de l'acide phosphorique est très-lente et très-incomplète ; dans les



Colza fumé avec l'ammoniaque. Colza fumé avec le nitrate de soude.

phosphorites du Nassau, qui contiennent des traces de fer, l'action de l'acide sulfurique se trouve paralysée en partie, et tout ce qui a résisté à l'action de l'acide phosphorique est perdu pour la culture.

Ces phosphates de Nassau contiennent du carbonate de chaux et du fluorure de calcium, et cette chaux en excès se combine lentement avec le superphosphate fabriqué, de manière à en ramener

une partie à l'état insoluble, si cet engrais n'est pas immédiatement utilisé.

En Angleterre, chez M. Lawes, à l'aide de meules horizontales, on réduit en poudre les nodules, le noir animal et les autres produits phosphatés. Cette poudre est déversée sans interruption dans de grands cylindres en fer, où des agitateurs, animés d'un mouvement rapide, la mélangent intimement avec de l'acide sulfurique, qui arrive également par un courant non interrompu. La pâte s'écoule dans de grands bacs en maçonnerie, où elle s'épaissit, en dégageant une assez forte quantité de chaleur, causée par l'action de l'acide sulfurique.

Une visite que nous venons de faire dans le pays de Galles, à Swansea, chez M. Vivian, nous permettra, dans une livraison prochaine, de décrire la production du sulfate d'ammoniaque extrait des eaux d'épuration du gaz, et la fabrication détaillée des superphosphates de chaux. — Disons, dès à présent, qu'à Swansea on produit 10,000 tonnes de superphosphates tous les ans, et qu'ils sont enlevés sans retard par les agriculteurs anglais.

En France, nous avons vu cette fabrication se faire plus simplement et sur une moindre échelle : le phosphate, pulvérisé par une meule verticale, est placé dans un grand cylindre mû à bras, où l'acide sulfurique est versé sur le sulfate de chaux. Le mélange peut se faire également sur une aire, et il n'est pas nécessaire d'avoir pour ces opérations des appareils très-compliqués.

Les phosphates de chaux fossiles pulvérisés sont comptés 6 francs les 100 kilogrammes; le superphosphate de chaux assimilable est compté 16 francs.

Le quatrième élément, *la chaux*, est le meilleur marché de tous ; il n'entre pas dans les mélanges à l'état de chaux éteinte, car sous cette forme il décomposerait les sels ammoniacaux, et, joint au superphosphate, reviendrait en partie à son insolubilité première. Trouvant dans le sol de l'acide carbonique, la chaux reconstituerait du carbonate de chaux, dont les terres sont surabondamment pourvues.

Après divers essais, M. G. Ville s'est décidé à employer, préférablement à toutes les autres sources de chaux, le sulfate ou plâtre, qui a de plus l'avantage de fixer l'eau des autres corps mêlés avec lui, ce qui, en les desséchant, les maintient pulvérulents.

C'est avec ces différents produits que M. Ville a pu faire, à Vincennes, la série d'expériences qui ont arrêté sa doctrine, expériences qu'il continue encore aujourd'hui, bien que les résultats sur les principales cultures soient désormais considérés comme acquis à la science.

Le champ est situé derrière la tribune de la Société des steeple-chases de Vincennes ; il s'étend sur quatre hectares, divisés mathématiquement en parcelles d'un are, séparées par des allées, et dont l'arrangement est quadrillé comme une table de Pythagore. Un petit pavillon contient : au rez-de-chaussée, le magasin des engrais, renfermés dans de petits barils bien proprement rangés ; un laboratoire et une salle destinée à conserver le spécimen des récoltes de chaque année. Un logement pour le gardien du champ, une tente et ce qu'il faut pour faire un cours en plein air, constituent toute l'installation du professeur.

Les parcelles d'un are sont disposées de telle sorte que dans un sens ce sont les variétés engrais qui varient de composition, et que dans un autre ce sont les plantes qui varient de nature. Par conséquent, au premier coup d'œil on peut voir quels ont été, sur telle ou telle graine, les effets de telle ou telle composition d'engrais.

Ce n'est pas seulement sur les évolutions d'une année qu'ont porté les études de M. Ville ; il y a telle parcelle de terre qui, depuis dix ans, produit du blé au maximum de rendement, à la condition de recevoir tous les ans le chargement indispensable des corps nécessaires à sa fécondité. La parcelle voisine, où la même continuité de culture a été maintenue sans rapports annuels d'engrais, montre, par l'état misérable de ses produits, que les éléments assimilables lui font défaut.

D'après les expériences de M. Ville, pour pouvoir cultiver indé-

finiment la même terre avec les engrais chimiques, il faudrait rendre toujours à la terre, par les engrais, plus de phosphate de chaux, plus de potasse, plus de chaux qu'on ne lui en a pris. Quant à l'azote, suivant la plante que l'on cultive, il faut en rendre plus ou moins.

S'il s'agit de froment, il faut au moins rendre 50 p. 100; s'il s'agit de légumineuses, qui prennent tout leur azote à l'air, il est inutile d'en rendre à la terre, les minéraux seuls suffisent.

Dans le champ de Vincennes, on expérimente non-seulement les graminées, mais encore les betteraves, les pommes de terre, la luzerne, le colza, les choux, le lin et le chanvre.

Les études sur la betterave ont été aussi heureuses que celles faites sur les céréales. La moyenne de cent quatre-vingt-dix expériences, pratiquées non-seulement à Vincennes, mais encore chez les correspondants de M. Ville, a montré que :

| | | |
|---|---|---|
| 1,326 kil. d'engrais chimique ont produit. . . | 61,948 | kil. de betteraves par hectare. |
| 50,650 de fumier de ferme n'ont donné que. | 51,811 | |
| Soit en nombre rond un excédant de. . | 10,137 | kil. par hectare, en faveur de l'engrais chimique. |

Sur ces cent quatre-vingt-dix expériences, on avait obtenu huit fois plus de 90,000 kil., tandis qu'avec le fumier de ferme on avait pu atteindre à peine à 70,000.

La culture de la betterave a confirmé encore la théorie de la *Dominante;* ainsi, en augmentant la dose d'azote, on a obtenu des rendements proportionnellement considérables. Savoir :

| | Récolte à l'hectare. |
|---|---|
| Engrais sans azote. . . . . . | 36,834 kil. |
| Engrais avec 80 kil. d'azote. . | 47,323 |
| — 100 — . . | 51,000 |
| — 130 — . . | 55,660 |

Quant à la portée économique de ces résultats, laissons parler M. Ville :

ENGRAIS COM

TERRE

SANS AUCUN ENGRAIS



Récolte : 25,600 kil. à l'hect.

| 1 | 2 | 3 |
|---|---|---|
| Betteraves qui sortaient de terre. | Betteraves qui ne sortaient pas de terre. | Betteraves mal faites. |

SULFATE D'AMMONIAQUE



Récolte : 55,450 kil. à l'hect.

CHAMP D'EXPÉRIENCES DE VIN

NANT 76 KIL. D'AZOTE PAR HECTARE A L'ÉTAT DE

NITRATE DE POTASSE ET SOUDE



Récolte : 58,800 kil. à l'hect.

NITRATE DE POTASSE



Récolte : 61,750 kil. à l'hect.

— CULTURE DES BETTERAVES

« Avec l'engrais sans azote, on a obtenu 36,834 kil.; avec 80 kil. d'azote, on a obtenu 47,323 kil.; différence : 10,391. »

Disons 11,000 kil. — Que valent ces 11,000 kil. d'excédant? 220 fr.. Et l'azote qui les a produits? 160 fr.—Bénéfice net : 60 fr.

« Porte-t-on l'azote à 100 kil., l'excédant de la récolte atteint 14,166 kil., et le bénéfice 108 fr.

La dose de l'azote est-elle de 130 kil., cette fois l'excédant de la récolte s'élève à 22,826 kil., et le bénéfice à 228 fr.

Ceci justifie l'une de nos principales conclusions de 1867, à savoir : « que, pour obtenir avec économie d'abondantes récoltes, il faut élever la dose de la dominante, sans augmenter proportionnellement celle des trois autres termes de l'engrais. »

L'action des engrais chimiques, judicieusement disposés, sur la richesse de rendement en sucre est aussi favorable que sur les quantités en poids.

Contrairement à ce qui s'observe dans les départements du Nord, où l'on se sert de fumier et d'engrais flamands, qui donnent d'énormes récoltes, allant jusqu'à 70,000 kilogrammes à l'hectare et dont la racine est caverneuse, le tissu spongieux, et le sucre de plus en plus absent.

Plusieurs expériences, faites à Vincennes, démontrent le fait avancé par M. Ville, notamment en 1868, où l'on a obtenu les résultats suivants :

| | Récolte à l'hectare. | Sucre dans le jus. |
|---|---|---|
| Engrais complet au nitrate de potasse. . . . . . . . | 61,750 kil. | 10,69 0/0 |
| Engrais complet au nitrate de potasse et au nitrate de soude. | 58,800 | 10,82 |
| Engrais complet au sulfate d'ammoniaque . . . . . . . | 55,450 | 10,58 |
| Engrais complet sans azote . . . . . . . . . . . . | 34,950 | 9,88 |
| Terre sans aucun engrais . . . . . . . . . . . . | 25,600 | 10,45 |

Pour le bon développement de la betterave à sucre, il est nécessaire que l'azote soit absorbé entièrement six semaines avant la maturité de la racine, pour que les feuilles ne se développent plus avec autant d'intensité, et que le sucre reste dans la racine; cette condition est remplie avec l'emploi des engrais chimiques, parce

que l'azote à l'état de nitrate est directement absorbé dans la première période de croissance des plantes, tandis qu'avec l'emploi des engrais dans lesquels l'azote est à l'état de matière animale, il faut qu'il passe d'abord à l'état de nitrate ou de produit ammoniacal, ce qui maintient un excès d'azote tant que les betteraves sont en terre. De plus, le fumier et l'engrais flamand contiennent une grande quantité de sulfate et de chlorure, qui empêche la cristallisation du sucre contenu dans les jus.

Comme expérience faite en grand des principes de M. Ville, le professeur cite les rendements suivants, obtenus par M. Cavallier, au Mesnil-Saint-Nicaise (Somme).

| | | |
|---|---|---|
| Dépense par hectare, avec l'engrais chimique. | 350 fr. | |
| — avec le fumier. . . . | 600 | |
| Rendement par hectare, avec l'engrais chimique. . . | | 52,700 kil. |
| — avec le fumier. . . . . . | | 34,800 |
| Sucre obtenu à l'hectare, avec l'engrais chimique. . . | | 3,251 |
| — avec le fumier. . . . . . | | 2,053 |

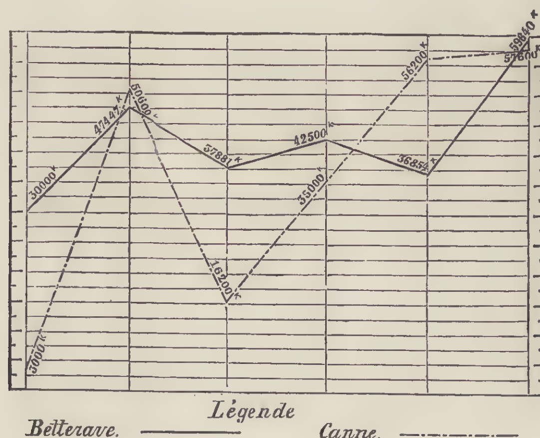
L'expérience a prouvé également que pour la betterave, l'azote doit être donné à la terre à l'état de nitrate, et non à l'état de sulfate d'ammoniaque; aussi l'engrais par excellence, pour la betterave, est-il composé pour cent parties de :

| | aux 100 kil. | | à l'hectare. |
|---|---|---|---|
| Superphosphate de chaux . . . | 37 kil. | 50 | 600 kil. |
| Nitrate de potasse. . . . . . | 25 | 00 | 400 |
| Nitrate de soude . . . . . . | 18 | 75 | 300 |
| Sulfate de chaux . . . . . . | 18 | 75 | 300 |
| | 100 | 00 | 1,600 |

M. Ville a voulu comparer les effets des engrais chimiques sur les cannes à sucre avec ceux de la betterave, et il a résumé dans un tableau les effets obtenus sur ces deux plantes.

D'après ce tableau, on voit qu'avec l'engrais complet, les rendements de betteraves et de cannes donnent presque le même poids,

59,640 kilogrammes pour la betterave, 57,700 pour la canne. Si l'on supprime l'azote, comme la betterave en a un grand besoin, son rendement descend à 36,834, tandis que celui de la canne est encore de 56,200.




Si, au lieu de supprimer l'azote, on supprime le phosphate de chaux, la betterave descend à 37,000 kilogrammes, mais la canne descend à 16,000. C'est donc le phosphate de chaux qui est la dominante de l'engrais à donner à la canne.

Pour la canne, comme pour la betterave, le phosphate de chaux développe la richesse en sucre; ainsi, dans une des expériences, les cannes fumées avec les engrais chimiques contenaient 17,80 pour 0/0 de sucre, et les cannes non fumées 11,52.

M. Ville a expérimenté à Vincennes le maïs géant et le sorgho, dans lesquels il a trouvé une grande quantité de sucre, surtout dans le dernier; les expériences ont démontré que l'engrais le meilleur, pour ces deux plantes, est l'engrais complet classé sous le n° 5, et comprenant, pour 1,200 kilogrammes :

| | | |
|---|---|---|
| Phosphate acide de chaux. | 600 kil. | 96 fr. |
| Nitrate de potasse. . . . | 200 | 124 |
| Sulfate de chaux. . . . | 400 | 98 |
| | | 318 fr. |

M. Ville a également étudié le topinambour, le rutabaga et le turneps; il a remarqué que sur toutes ces plantes, qui peuvent au besoin donner du sucre cristallisable ou non, la dominante de




Sans aucun engrais. Engrais complet n° 5.

CULTURE DE LA CANNE A SUCRE

l'engrais doit toujours être le phosphate de chaux, qui agit de trois manières différentes : soit en augmentant le poids général de la récolte, comme dans le navet; d'autres fois, comme pour la betterave,

il enrichit la racine en sucre sans augmenter le poids total ; enfin, dans la canne, il augmente la récolte et donne naissance à une plus grande quantité de sucre.

Les expériences faites à Vincennes, sur la pomme de terre, ont eu un retentissement d'autant plus grand, qu'il s'agissait non-seulement d'augmenter la quantité de tubercules produits, mais encore de mettre la pomme de terre à l'abri de la maladie ; ainsi, pendant cinq années de suite, les parcelles qui n'avaient reçu qu'un engrais sans potasse, ou n'avaient reçu aucune fumure, ont été malades à partir du mois de mai. Sur les autres parcelles, qui avaient été suffisamment additionnées de ce corps, la maladie a été sans importance.

On a essayé si la soude pouvait remplacer la potasse ; mais pour les pommes de terre, pas plus que pour le blé, cette substitution ne produit de bons effets.

De ces expériences, M. Ville a été amené à la proposition suivante, qui, bien que hardie, doit être pour la science médicale l'indication de recherches bien intéressantes:

*Les plantes privées de leurs dominantes, atteintes par conséquence dans l'une de leurs conditions les plus essentielles d'existence, deviennent la proie des organismes inférieurs : champignons microscopiques, pucerons, etc.* Explication inattendue de l'un des fléaux les plus redoutables avec lesquels l'agriculteur ait à lutter, les épidémies végétales.

N'en serait-il pas de même pour les animaux et pour l'homme, et ne serait-ce pas là une des raisons de succès de certaines eaux minérales, qui viennent apporter dans l'économie, à l'état soluble, les éléments indispensables que l'individu ne trouvait pas dans son alimentation ordinaire?

M. Joulie, ancien collaborateur de M. Ville, et aujourd'hui fabricant d'engrais chimiques, suit une série d'expériences sur l'emploi de ces engrais pour la fumure du mûrier, espérant arriver ainsi à faire disparaître la maladie des vers à soie : déjà, à la Martinique et à la Guadeloupe, à Bourbon, l'usage du mélange proposé

par M. Ville a fait disparaître certaines maladies des cannes attribuées par les créoles à l'épuisement des terres par le guano. En effet, le guano contient beaucoup d'azote et pas du tout de potasse, et la suppression de cet alcali avait fini par rendre les terres incultivables.

Les colzas, qui jouent un si grand rôle, soit comme plante à huile, soit comme fourrage d'automne, n'ont pas échappé aux recherches du professeur ; après une récolte d'avoine, il a été obtenu à Vincennes jusqu'à 42 hectolitres de graines de colza à l'hectare ; les meilleurs rendements ont été dus à la composition suivante, dans laquelle l'azote à l'état de sulfate d'ammoniaque est employé en quantités relativement considérables.

| | A l'hectare. | | |
|---|---|---|---|
| | Quantités. | Prix. | Dépense. |
| Engrais complet n° 6 . . . | 1,500 | | 326 fr. |
| Phosphate de chaux. . . . | 400 | 64 fr. » | |
| Nitrate de potasse . . . . | 120 | 74 40 | |
| Sulfate d'ammoniaque . . . | 400 | 180 » | |
| Sulfate de chaux. . . . . | 380 | 7 60 | |

Dans les parcelles affectées à la culture du colza, on peut lire à première vue comme dans un livre, en regardant les jeunes plantes, que la matière azotée est la dominante du colza : aussi, en moyenne, sans aucun engrais, on récolte 13 hectolitres ; avec les minéraux sans azote, 14 hectolitres ; avec la matière azotée sans minéraux, 16 hectolitres ; en réunissant la matière azotée et les minéraux, 30 hectolitres.

A la suite de toutes ces expériences, et pour faciliter aux agriculteurs l'application de sa méthode, M. Ville a donné un certain nombre de formules classées par assolement. Nous reproduisons les plus généralement applicables, d'après *l'École des engrais chimiques*, excellent résumé fait par le professeur lui-même :

## ASSOLEMENT DE 4 ANS, COMPRENANT : POMMES DE TERRE, BLÉ, TRÈFLE, BLÉ

### PREMIÈRE ANNÉE. — POMMES DE TERRE

| | A l'hectare. | | |
|---|---|---|---|
| | Quantités. | Prix. | Dépense. |
| **Engrais complet n° 3**............ | 1000 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux...... | 400 | 64 fr. » | 256 fr. » |
| Nitrate de potasse............ | 300 | 186 » | |
| Sulfate de chaux.............. | 300 | 6 » | |

### DEUXIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque......... | 300 kil. | 135 fr. » | 135 fr. |

### TROISIÈME ANNÉE. — TRÈFLE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Engrais incomplet n° 2**.......... | 1000 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux..... | 400 | 64 fr. » | 196 fr. » |
| Nitrate de potasse............ | 200 | 124 » | |
| Sulfate de chaux.............. | 400 | 8 » | |

### QUATRIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque......... | 300 kil. | 135 fr. » | 135 fr. » |
| Dépense totale.................. | | | 722 » |
| Dépense par an.................. | | | 180 50 |

ENGRAIS COMPLET.



Récolte : 16,000 kil. à l'hect.

PAS DE MATIÈRE AZOTÉE.



Récolte : 11,800 kil. à l hect.

PAS



Récolte :

CHAMP D'EXPÉRIENCES DE VINC

## ASSOLEMENT DE QUATRE ANS, COMPRENANT : BETTERAVES, BLÉ, TRÈFLE, BLÉ

### PREMIÈRE ANNÉE. — BETTERAVES

| | A l'hectare. | | |
|---|---|---|---|
| | Quantités. | Prix. | Dépense. |
| **Engrais complet n° 2** bis......... | 1300 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux ..... | 400 | 64 fr. » | 334 fr. » |
| Nitrate de potasse............. | 200 | 124 » | |
| Nitrate de soude.............. | 400 | 140 » | |
| Sulfate de chaux.............. | 300 | 6 » | |

### DEUXIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque.......... | 300 kil. | 135 fr. » | 135 fr. » |

### TROISIÈME ANNÉE. — TRÈFLE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Engrais incomplet n° 2**......... | 1000 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux ..... | 400 | 64 fr. » | 196 fr. » |
| Nitrate de potasse............ | 200 | 124 » | |
| Sulfate de chaux............. | 400 | 8 » | |

### QUATRIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque.......... | 300 kil. | 135 fr. » | 135 fr. » |
| Dépense totale..................... | | | 800 » |
| Dépense par an..................... | | | 200 » |



PAS DE POTASSE. PAS DE CHAUX. TERRE SANS AUCUN ENGRAIS.



Récoblte : 7,230 kil. à l'hect. Récolte : 13,500 kil. à l'hect. Récolte : 3,500 kil. à l'hect.

ULTUJRE DES POMMES DE TERRE

ASSOLEMENT DE CINQ ANS, COMPRENANT :

POMMES DE TERRE, BLÉ, TRÈFLE, COLZA, BLÉ.

PREMIÈRE ANNÉE. — POMMES DE TERRE

| | A l'hectare. | | |
|---|---|---|---|
| | Quantités. | Prix. | Dépense. |
| **Engrais complet n° 3**......... | 1,000 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux... | 400 | 64 fr. | 256 fr. |
| Nitrate de potasse.......... | 300 | 186 | |
| Sulfate de chaux........... | 300 | 6 | |

DEUXIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque....... | 300 kil. | 135 fr. | 135 fr. |

TROISIÈME ANNÉE. — TRÈFLE

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Engrais incomplet n° 2**....... | 1,000 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux... | 400 | 64 fr. | 196 fr. |
| Nitrate de potasse.......... | 200 | 124 | |
| Sulfate de chaux........... | 400 | 8 | |

QUATRIÈME ANNÉE. — COLZA

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque...... | 400 kil. | 180 fr. | 180 fr. |

CINQUIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque...... | 300 kil. | 135 fr. | 135 fr. |
| Cendres des pailles et des siliques de colza........... | | Mémoire. | |
| Dépense totale............................ | | | 902 » |
| Dépense par an............................ | | | 180 fr. 40 |

Si l'on voulait, sur le même sol, répéter pendant quatre années de suite la culture du froment, il faudrait, d'après M. Ville, alterner les distributions d'engrais de la manière suivante :

PREMIÈRE ANNÉE. — BLÉ

| | A l'hectare. | | |
|---|---|---|---|
| | Quantités. | Prix. | Dépense. |
| **Engrais complet n° 1**............ | 1200 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux..... | 400 | 64 fr. » | 307 fr. 50 |
| Nitrate de potasse............. | 200 | 124 » | |
| Sulfate d'ammoniaque......... | 250 | 112 50 | |
| Sulfate de chaux............. | 350 | 7 » | |

DEUXIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque | 300 kil. | 135 fr. » | 135 » | |

TROISIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Engrais complet n° 1** | 1200 kil. | | | |
| Soit : | | | | |
| Phosphate acide de chaux | 400 | 64 fr. » | 307 fr. 50 | |
| Nitrate de potasse | 200 | 124 » | | |
| Sulfate d'ammoniaque | 250 | 112 50 | | |
| Sulfate de chaux | 350 | 7 » | | |

QUATRIÈME ANNÉE. — BLÉ

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque | 300 kil. | 135 fr. » | 135 fr. » |
| Dépense pour quatre ans | | | 885 » |
| Dépense par an | | | 221 25 |

ENGRAIS POUR PRAIRIE.

PREMIÈRE ANNÉE.

| | A l'hectare. | | |
|---|---|---|---|
| | Quantités. | Prix. | Dépense. |
| **Engrais incomplet n° 2** | 1,000 kil. | | |
| Soit : | | | |
| Phosphate acide de chaux | 400 | 64 fr. | 196 fr. |
| Nitrate de potasse | 200 | 124 | |
| Sulfate de chaux | 400 | 8 | |

DEUXIÈME ANNÉE.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Sulfate d'ammoniaque | 300 kil. | 135 fr. | 135 fr. |
| Dépense totale | | | 331 fr. |
| Dépense par an | | | 165 50 |

Si les engrais chimiques ne sont plus employés seuls, mais comme auxiliaires du fumier, il faut considérer celui-ci comme l'équivalent d'un fonds de richesse acquise par le sol, et borner l'engrais chimique à ceux des quatre termes de l'engrais qui conviennent de préférence à la culture de l'année.

Il suffit pour cela de connaître la dominante de chaque plante : le tableau suivant est destiné à fournir cette indication :

| NATURE des cultures. | DOMINANTES. | PRODUITS CHIMIQUES correspondants. |
|---|---|---|
| Betteraves | Azote | Sulfate d'ammoniaque. |
| Colza | | Nitrate de soude. |
| Froment | | Nitrate de potasse. |
| Orge | | |
| Avoine | | |
| Seigle | | |
| Prairie naturelle | | |

| | | |
|---|---|---|
| Pois<br>Haricots<br>Féveroles<br>Trèfle<br>Sainfoin<br>Vesces<br>Luzerne<br>Lin<br>Pommes de terre | Potasse | Nitrate de potasse.<br>Potasse épurée.<br>Silicate de potasse. |
| Turneps<br>Rutabagas<br>Topinambours<br>Maïs<br>Sorgho<br>Canne à sucre | Phosphate | Noir de raffinerie.<br>Cendres d'os.<br>Superphosphate. |

Les livres de M. Ville contiennent un grand nombre d'autres formules utiles et d'indications de toute nature que nous regrettons de ne pouvoir reproduire ici. Nous renvoyons donc le lecteur à l'*École des engrais chimiques* et aux *Entretiens agricoles sur les engrais chimiques* (1).

Nous espérons, par le résumé que nous venons de donner des méthodes de M. Ville, contribuer encore à appeler l'attention déjà si heureusement excitée sur les engrais autres que le fumier de ferme. Rien ne peut être plus utile au pays que les discussions et surtout les expérimentations de cette source de fertilité. Déjà l'Allemagne s'est émue depuis longtemps de cette question, et nous venons de voir l'Angleterre fabriquer d'énormes quantités d'engrais minéraux.—La France ne peut sans danger rester indifférente à cette question vitale.

(1) Librairie agricole, rue Jacob.

FIN DU CHAMP IMPÉRIAL DE VINCENNES.

# CARROSSERIE

# BELVALLETTE

AVENUE DE L'IMPÉRATRICE

A PARIS

MAISON A BOULOGNE-SUR-MER

---

La voiture a pris dans nos mœurs une importance qui donne à sa fabrication un intérêt particulier; il y a trente ans, la carrosserie de luxe était exploitée par cinq ou six maisons, et le reste des voitures était construit par de petits fabricants, presque des charrons, travaillant eux-mêmes et assistés de quelques rares ouvriers. Aujourd'hui, surtout depuis dix ans, la carrosserie a pris sa place dans la grande industrie. Plusieurs maisons considérables se sont créées et développées, et le chiffre d'affaires réalisé annuellement par quelques-unes d'entre elles atteint et dépasse la somme des commandes exécutées en une année par les anciennes célébrités.

La carrosserie française et surtout parisienne a pris justement faveur à l'étranger, et lutte avantageusement sur presque tous les marchés du globe avec la carrosserie anglaise. Ce résultat devait du reste se produire forcément: Paris, devenu le centre de prédilection des fortunes cosmospolites, ayant été sous l'admirable administration

PARIS. — TYP. A. MARC. 184e LIV.

du baron Haussmann pourvu de voies excellentes sur lesquelles les voitures les plus légères et même les plus frêles peuvent circuler sans danger de rupture.

Le bon goût parisien, ce composé merveilleux des aptitudes diverses des gens élégants de toute nation, a conseillé les formes. Les progrès de la métallurgie du fer et de l'acier, ceux de la tannerie, de la maroquinerie et du vernissage du cuir, la fabrication d'étoffes spéciales, et enfin l'application des machines aux opérations de la menuiserie, sont venus donner à ces formes élégantes et légères une solidité nécessaire et un bas prix relatif. Ce n'est pas cependant un bas prix absolu, car une bonne voiture, bien faite et bien garnie, ne peut être et ne sera jamais un objet à bon marché.

La description que nous allons donner de cette fabrication montrera que le prix des matières premières et du temps employé à les réunir, quelle que soit la perfection des moyens, constitue toujours une somme qui ne peut être diminuée, si ce n'est aux dépens de l'objet lui-même.

Nous sommes loin de vouloir étendre l'éloge que nous venons de faire des voitures de luxe parisiennes aux véhicules d'affaires et de travail, car sous ce rapport, vis-à-vis de l'Angleterre, l'écart nous semble devenu plus grand que jamais.

Il ne faut pas avoir la moindre notion de carrosserie et de charronnage pour ne pas rester frappé d'admiration à la vue des Hansome-Cabs, des charrettes de transport et des chariots qui remplissent les rues de la Cité sans les encombrer. Il n'est pas possible de réunir une distribution plus intelligente de la force, une plus juste répartition des fardeaux, un meilleur aménagement de l'espace, une plus sûre localisation du centre de gravité. Pour que rien ne manque à leur supériorité sur leurs voisines d'outre-Manche, toutes ces charrettes sont peintes et vernies aussi solidement que les plus riches équipages ; ce qui est loin de la grossière peinture qui couvre imparfaitement et encore bien rarement les produits du charronnage français.

Nous ne voulons pas insister sur la supériorité industrielle et

commerciale qu'indique l'usage de telles charrettes; il y aurait là matière à de longs développements sur la valeur des transports et leur intervention, si appréciable dans le prix de tout objet.

Nous ferons de ces réflexions le sujet d'un chapitre spécial, lorsque nous traiterons des chemins de fer; revenons donc aux voitures parisiennes et à leur fabrication.

La voiture de luxe, à Paris, n'est pas seulement un instrument de translation d'un point à un autre. Elle a une bien autre importance: ainsi l'un de ces véhicules sert à conduire à leurs affaires tous les hommes qui dirigent le grand mouvement financier, politique, industriel, judiciaire, de cette capitale du monde; c'est le petit coupé à un cheval, du banquier, de l'agent de change, de l'administrateur, qui ont besoin non-seulement de rapidité et de confortable, mais encore d'une certaine respectabilité extérieure dont leur voiture est le signe le plus évident. Puis ce sont les landaus et calèches d'apparat des riches, qui vont se montrer sur la foire aux vanités : l'ancien cabriolet à brancards ou à pompe, le grand phaéton à huit ressorts, dont il reste à peine quelques rares spécimens, et qui sont considérés comme voitures classiques. La victoria de la fille, le dog-cart ou le phaéton du jeune oisif, le mail-coach de l'amateur qui veut se montrer habile cocher de four-in-hand, sont aussi des voitures de luxe, mais commençant déjà à être classées parmi les équipages de fantaisie.

A Paris, la voiture particulière est une nécessité pour certaines personnes qu'éloignent des voitures de place et de régie leur saleté et leur lenteur; elle est, pour un grand nombre, un instrument de plaisir, car, certes, parmi les choses que les fils d'Adam ont inventées pour leur plus grand agrément, il n'y en a guère de réellement plus divertissante que d'être assis dans une voiture découverte, et de se sentir emporté doucement, en regardant machinalement passer les voitures des autres. L'inspection des chevaux et des harnais, la rapidité de regard qu'exige l'examen du contenu des voitures qui vous croisent ou vous côtoient, joints à la translation, au frémissement et au balancement de votre propre personne, finissent par causer une

sorte d'hébétude agréable, que recherchent vivement tous ceux qui l'ont quelquefois ressentie. Pour tous, la voiture est une marque de classement social ; elle sépare de la foule et de la boue, conserve les vêtements dans un état de propreté relative, et met, vis-à-vis des piétons, dans une sorte d'état supérieur et glorieux.




Ateliers, chantiers et habitations d

Il n'est donc pas étonnant que cette industrie ait prospéré : avoir une voiture étant le but de tous les efforts et de toutes les ambitions ; puis, lorsqu'on a une voiture, l'avoir du meilleur faiseur est devenu une nécessité aussi impérieuse qu'était le premier désir, et ce désir est fort sensé, car il n'en est pas de ce produit industriel comme de bien d'autres, dans lesquels les imperfections ne sont qu'im-

portunes, tandis que celles d'une voiture peuvent être mortelles.

Pendant longtemps, il fut de mode de faire venir d'Angleterre, malgré le prix du port ou des droits d'entrée, des voitures qu'on voulait faire admirer; depuis la dernière Exposition surtout, où notre carrosserie a reçu les plus belles récompenses, les marques



la maison de Boulogne-sur-Mer.

de Belvallette, Erhler, Binder, et autres noms français, sont devenues aussi honoriférantes que les premières marques anglaises.

Le premier de ces industriels a créé, à Boulogne-sur-Mer et à Paris, de grands ateliers où il fabrique des voitures en quantités considérables, faisant exécuter par les machines tout ce qu'elles peuvent faire utilement, et bénéficiant, naturellement, de la dimi-

nution des frais de toute nature, généraux et particuliers, qu'amène la concentration en une seule main de tous les moyens d'action qui, autrefois, auraient été répartis entre trente ou quarante établissements.

Bien que les deux maisons puissent fabriquer également toutes les pièces d'une voiture, y compris la peinture et la garniture, celle de Boulogne est surtout consacrée au travail mécanique et aux premières préparations des bois et des ferrures qui entrent dans la composition des divers véhicules.

La maison de Boulogne-sur-Mer a été fondée, en 1804, au moment de la formation du camp de Boulogne, par M. Belvallette père, dont l'esprit inventif cherchait, avec les incomplètes notions mécaniques d'alors, la solution de plusieurs problèmes. La construction et l'entretien des chaises de poste, qui, avant les chemins de fer, sillonnaient la route de Boulogne à Paris, donnèrent une certaine importance à la maison.

M. Belvallette père envoya ses deux fils faire leur apprentissage chez les meilleurs carrossiers anglais, dont la supériorité sur ceux du continent était alors admise.

En 1840, MM. Belvallette succèdent à leur père. En 1850, ils fondent leur maison actuelle, 24, Avenue des Champs-Élysées, avec ateliers dans le voisinage, rue Bayard.

Ces ateliers, devenus bientôt insuffisants, sont remplacés, en 1856, par ceux de l'Avenue de l'Impératrice.

En 1865, eut lieu l'installation de l'outillage mécanique dans les deux établissements de Paris et de Boulogne.

L'un des frères dirige l'usine de Boulogne, l'autre est le chef des nouveaux ateliers. Depuis ce temps, les deux maisons, qui, en réalité, n'en font qu'une, purent s'entr'aider et se servir mutuellement de la façon la plus profitable. L'établissement de Paris se trouve au centre même du mouvement : en relation constante avec les clients, il peut faire plus avantageusement ses approvisionnements de cuirs, draps, soieries, crins, serrurerie,

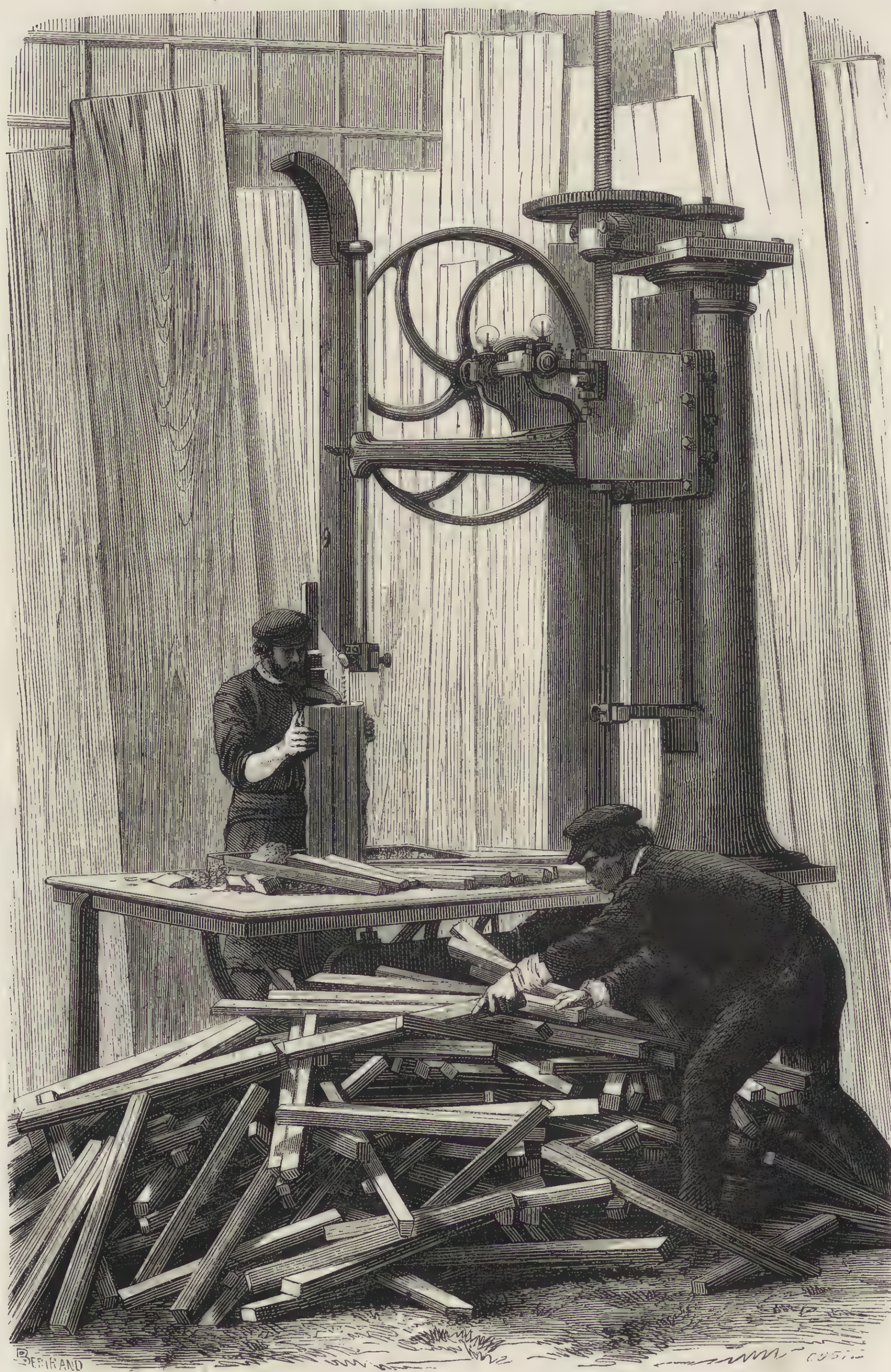
acier; le goût y est maintenu par le spectacle constant des élégances sans cesse renouvelées.

L'usine de Boulogne a pour elle l'excellente équipe d'ouvriers attachée aux ateliers Belvallette depuis plusieurs générations, et qui forme un noyau certain sur lequel on peut compter. A Boulogne est aussi l'approvisionnement de bois, dont l'ancienneté est, pour le carrossier comme pour le fabricant de meubles, la première condition de sécurité. Chez MM. Belvallette, ces précautions sont poussées à l'extrême : ils ne se contentent pas des procédés de desséchement récents, par les passages en étuve et les fumigations, et croient que rien ne remplace l'exposition à l'air libre, sous des hangars, pendant plusieurs années, des billes de bois qu'ils emploieront plus tard. Aussi leurs chantiers, qu'ils sont fiers de montrer, renferment pour plus de deux cent mille francs de bois, découpés en gros madriers, qni portent la date de leur arrivée au chantier. D'énormes troncs en grume sont tous les jours équarris, et complètent incessamment le stock auquel se font les emprunts quotidiens.

Les essences recherchées par la carrosserie sont principalement le frêne et le noyer pour les caisses, l'orme pour les moyeux, l'acacia pour les rais. Autant que possible, on préfère les bois de haies et d'allées aux arbres des forêts.

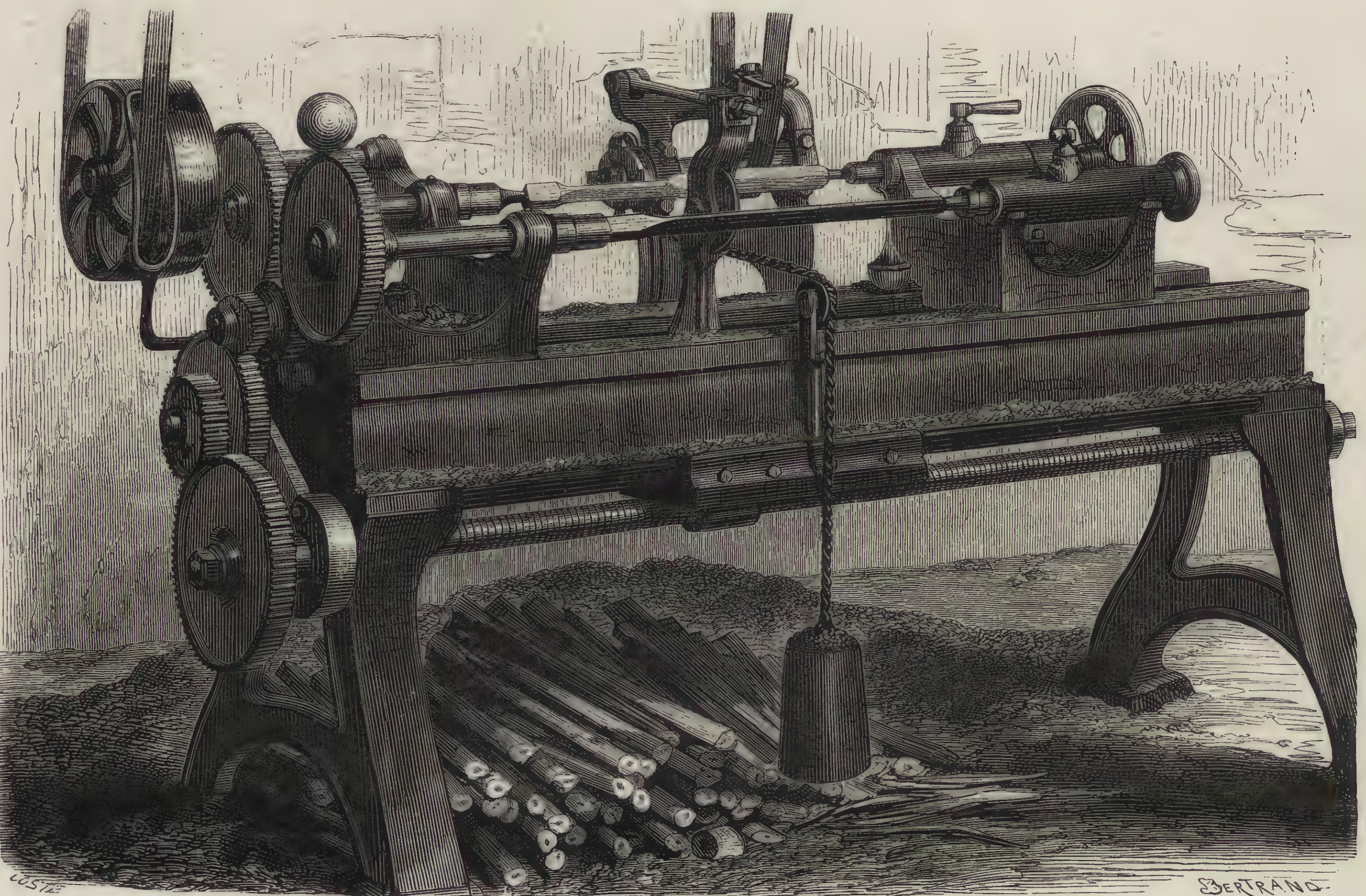
L'approvisionnement se fait encore assez facilement aux environsde Boulogne. Quelques bois étrangers, le bois de noyer et l'acajou de Honduras, sont les plus employés ; mais le corps de la voiture, les jantes et une partie du train, emploient exclusivement le frêne, à cause de son élasticité et de sa longue durée.

L'acacia, dont il se consomme beaucoup pour les rais des roues, est plus rare dans le voisinage ; il est travaillé à Paris, où il est moins difficile de s'en procurer. Cet arbre, dont la plantation avait été tellement préconisée sous Louis-Philippe, a été, depuis, l'objet d'une grande défaveur de la part des cultivateurs. Le prix de plus en plus élevé que la carrosserie met à son acquisition va rendre



Découpage des rais.

184 *bis*




Tournage mécanique des rais.

sa culture profitable, et comme il pousse très-vite, il est peu probable que sa pénurie dure encore longtemps.

Comme l'acacia est devenu précieux, MM. Belvallette ont songé à le ménager et à tirer d'un bloc le plus de rais possible; pour cela, ils se servent de l'admirable scie Perrin, qui débite le bois juste comme on le veut, en hauteur, largeur et épaisseur. Au lieu de fendre comme autrefois le bloc on le divise par couches concentriques, séparées ensuite, toujours par la même scie, en prismes quadrilatères un peu plus larges vers la circonférence, inégalité disposée pour obtenir la flamme du rai.

On est ainsi arrivé à obtenir neuf rais, au lieu de six, dans le même bloc ; ce qui constitue une économie d'environ un tiers. L'acacia, ainsi découpé en prismes à la maison de Paris, est envoyé à Boulogne, où nous le retrouvons dans la grande halle située au-dessous des chantiers.

Là, se trouve une jolie collection de machines à bois, très-ingénieusement disposées et utilisées. Continuons d'abord à suivre le travail des rais, qui se faisaient, autrefois, entièrement à la main.

Après un premier dégrossissage très-rapide, les prismes sont placés, un à un, sur un tour à copier analogue à celui avec lequel on tourne les crosses de fusil, les formes de souliers, et sur lequel on tournerait une foule d'autres objets, si on le connaissait davantage ; ce tour à copier est certainement une des plus admirables inventions de la mécanique, malgré l'apparente simplicité de sa construction.

Voici comme il se présente dans l'industrie que nous racontons aujourd'hui : sur un solide banc de fonte sont disposés, bien parallèlement, deux à deux, quatre arbres mus d'un mouvement uniforme par des engrenages : entre les deux essieux antérieurs on fixe un modèle en fonte ayant exactement le calibre que l'on veut reproduire; entre les deux essieux postérieurs, on fixe le prisme de bois à tourner; entre les deux se meut une molette portée sur un chariot conduit parallèlement au banc par une vis sans fin. Cette

molette, appuyant sur le modèle qui tourne lentement, est plus ou moins repoussée par les éminences ou les dépressions de ce modèle; elle avance donc ou recule latéralement, tout en progressant régulièrement, longitudinalement, par la marche de la vis. Comme cette molette transmet exactement ses mouvements à la poupée qui porte le burin mordant sur le prisme de bois, lequel tourne exactement comme le modèle, il en résulte que le burin appuie beaucoup au moment où la molette s'enfonce dans les dépressions du guide, et agit progressivement de moins en moins à mesure que la molette remonte le long des plans inclinés des parties saillantes.

On est arrivé à régler si exactement les mouvements de chacune des parties de la machine, que l'on reproduit indéfiniment des rais, non-seulement identiques au modèle, mais encore mathématiquement identiques les uns aux autres; ce que jamais la main de l'homme n'aurait pu exécuter avec la même précision et la même économie. Mais ces rais, bien que régulièrement tournés, ont encore besoin d'une opération avant de pouvoir être assemblés et peints, car le burin laisse une trace très-légère, mais cependant encore assez marquée pour se voir sous la peinture; cet aplanissement se faisait, autrefois, à la lime, lentement et inégalement.

M. Belvallette, fils du directeur de l'usine de Boulogne, a imaginé d'appliquer à cette opération une machine qui pourrait rendre de bien grands services dans des industries diverses; en effet, la meule remplace souvent aujourd'hui la lime pour enlever les ébarbures et préparer au polissage les surfaces, soit en bois, soit en métal. Mais la meule, quelque grand diamètre qu'on lui donne, est toujours convexe et ne peut agir, naturellement, que sur un seul point à la fois. Quand l'objet qu'on lui présente est aussi convexe, comme un canon de fusil, par exemple, il faut une grande habileté à l'ouvrier pour ne pas déformer le cylindre métallique présenté à la meule.

Pour obvier à ces inconvénients, M. Belvallette a fait passer sur deux galets, éloignés l'un de l'autre de 0,m80 environ, une large et solide courroie que l'on imprègne d'un enduit adhésif, et que l'on saupoudre de sable, constituant ainsi une meule factice ayant 0,m60



Partie des ateliers de m

alle des tracés.)

environ de surface plane ; on pourrait donc, sur une semblable meule, atteindre au besoin 0,m 60 à la fois ; de plus, comme la courroie n'est pas strictement tendue, en appuyant sur elle on peut obtenir une légère dépression, qui produit alors une concavité, et l'on constitue ainsi une meule concave qui embrasse l'objet au lieu de ne le toucher qu'en un seul point.

L'ouvrier, debout, appuie sa poitrine sur une sorte de bouclier qui le préserve des atteintes de la courroie ; il n'est pas forcé de se tenir couché sur un banc comme dans les autres professions où l'on se sert du meulage, et il peut néanmoins mouvoir ses bras pour manier son morceau de bois, qu'il dirige à sa volonté en l'appuyant plus ou moins sur la courroie ; les rais qu'il reçoit, déjà façonnés par le tour, sont terminés par la meule et rejetés dans un tonneau placé immédiatement sous sa main ; de sorte qu'il peut en planer plus de cent par heure.

D'autres machines non moins ingénieuses sont chargées de la confection des moyeux, pièces dont la solidité doit être extrême, puisqu'ils portent les rais et renferment la boîte : le moyeu est pris dans un tronc de bois d'orme d'une grosseur moyenne, et qui est d'abord scié en bloc d'une longueur donnée ; l'écorce en est enlevée au moyen de la scie Perrin.

Afin de pouvoir enlever l'écorce et dégrossir le bois assez régulièrement pour qu'il forme un cylindre, on met le bloc sur une table et on le fixe par le centre au moyen d'un guide; on commence par avancer l'ensemble, bloc et guide, au devant de la scie, puis lorsque la scie a mordu jusqu'au point désiré, l'on fait tourner le bloc sur lui-même, pour déterminer un cylindre dont on régularise les deux faces planes en les présentant à la scie, suivant un guide.

Les blocs découpés sont forés au moyen d'une machine portant une mèche adaptée à l'extrémité d'un arbre qui peut monter et descendre suivant un levier mû par un ouvrier; une transmission de mouvement conduit la rotation de l'arbre et par conséquent de la mèche, et produit le trou. Les blocs sont tournés et prennent la forme de moyeux sur un banc de tour.

La machine destinée à pratiquer autour du moyeu les mortaises où devront être logés les rais, est aussi un très-bon outil ; le moyeu est placé sur un banc et traversé par un essieu qui est mobile, et dont le mouvement correspond avec un plateau sur lequel sont indiquées les divisions à reproduire. La mèche est mobile, d'arrière en avant, au moyen d'un bras de levier, et reçoit sa rotation d'une courroie.

L'ouvrier chargé de faire mouvoir l'appareil au moyen d'un levier, avance la mèche, qui fait un trou à l'une des extrémités de la mortaise. Il recule la mèche, et la machine, par un mouvement latéral calculé, reporte en face de la vrille le point du moyeu où devra être creusée l'autre extrémité de la mortaise. Ce second trou une fois fait, la mèche recule encore, et un second mouvement également latéral, vient présenter à son action l'intervalle des deux trous, qui est rapidement évidé, et, lorsque pour la troisième fois la mèche ressort en arrière, la mortaise est faite.

L'ouvrier fait tourner le plateau diviseur, qui agit sur l'essieu et amène le moyeu devant la mèche, juste à la place où doit être pratiquée la mortaise suivante.

Ces opérations se faisaient autrefois et se font encore presque partout à la main avec le foret et le ciseau ; il était difficile de les exécuter mécaniquement, jusqu'à ce qu'on eût trouvé les ingénieux procédés au moyen desquels on peut continuer à déterminer un mouvement de rotation sur un outil en mouvement rectiligne. Outre l'économie de main-d'œuvre, les résultats obtenus ont une régularité que jamais la main ne pouvait atteindre, quelque exercée qu'elle pût être.

Les jantes sont découpées à la scie Perrin, sur des gabaris déterminés, façonnées et arrondies à la toupie. Lorsque toutes les pièces sont assemblées, la roue est scrupuleusement centrée par une machine particulière à l'établissement.

Tous les bois de la caisse, frêne, noyer et autres, sont découpés à la scie et assemblés avec une colle animale extrêmement adhésive. Pour assurer la prise de cette colle, les pièces sont pressées au moyen de serre-joints, qui les maintiennent strictement appliquées




Polissage mécanique des rais.




Décorticage des blocs à moyeux.

jusqu'à ce que la colle soit définitivement séchée; divers procédés de cintrage donnent au bois la courbe voulue.

Ces opérations de menuiserie sont exécutées à la main avec une rare perfection. Les tenons et mortaises sont d'abord ajustés, et assemblés ensuite avec un enduit de céruse et d'huile de lin.

Pendant ce temps, les forgerons préparent toute la ferrure; le métal est du fer de Suède de premier choix, l'acier est français. Puis, quand toutes les pièces ont été soigneusement terminées, l'assemblage du fer et du bois est confié à des ouvriers spéciaux, ajusteurs et limeurs, qui dressent le tout, et en font ce qu'on appelle une voiture *en blanc*, c'est-à-dire sans peinture et sans garniture.

C'est dans cet état qu'un carrossier habile aime à montrer son ouvrage à ses clients; ainsi on peut juger la bonne exécution du travail, la qualité des fers et des bois employés; une fois ceux-ci recouverts, il devient bien plus difficile d'en constater les qualités et les défauts.

L'art du peintre en voitures est un des plus estimés dans la grande industrie de la décoration: non qu'il soit bien difficile de mal peindre une voiture, cela est commun et facilement accessible, mais exécuter un de ces beaux revêtements, plus unis et plus brillants que les céramiques les plus fines, tellement durs et tellement polis que l'ongle peut à peine les rayer, est une opération délicate, qui demande, non seulement de l'habileté, mais encore beaucoup de temps.

Les couches successives que doivent recevoir les caisses, depuis l'impression jusqu'au dernier vernissage, sont au nombre de vingt, et quelquefois de vingt-deux, surtout quand ce sont des fonds glacés. Entre l'application de chacune de ces couches, il se pratique des ponçages et rebouchages longs, et qui demandent beaucoup d'attention de la part de l'ouvrier, dont un faux mouvement pourrait gâter le travail antérieur; ces couches se divisent en cinq classes : couches d'impression, couches d'apprêt, couches de teintes, de glacés et de vernis, les rechampissages non compris.

Dès que les bois d'une caisse sont assemblés, on les imprime de suite de deux couches de blanc de céruse étendues d'huile de lin, en ayant soin que la première couche soit moins épaisse que la seconde, pour que la dessiccation soit plus rapide; sur les parties qui doivent être plus tard recouvertes par des cuirs, on ne donne qu'une couche.

A l'intérieur des caisses, on ne donne qu'une couche; en général, cette peinture est faite avec le mélange des restes de couleurs.

Les intérieurs des coffres, qui ne doivent pas être recouverts par la garniture, sont peints avec de la couleur plus claire; les trains ordinaires ne reçoivent qu'une seule couche d'impression; les trains à large surface en reçoivent deux.

Quand la voiture est montée, on la recouvre avec les couches dites d'*apprêts*, et qui sont au nombre de dix sur les parties en bois, et de douze sur les cuirs. Cet apprêt est à base d'huile de lin et de céruse; il faut un intervalle de trois jours au moins pour sécher chacune de ces couches d'apprêt et pour en assurer la durée.

Dans les travaux pressés, on peut se servir d'un autre apprêt, dit *teinte dure*, dans lequel on ajoute à l'huile de lin un siccatif et un vernis gommeux.

Qu'on se soit servi de l'apprêt ordinaire ou de l'apprêt dur, il faut que les couches soient assez épaisses pour supporter le ponçage, qui doit enlever toutes les aspérités. On prend des pierres ponce de différentes dimensions, suivant la partie que l'on veut unir, puis on lave à grande eau, on laisse sécher à l'air, et l'on ponce de nouveau avec une pierre plus douce.

On commence alors les couches dites *de teinte* par une application de gris, qui doit avoir été broyé aussi fin que possible avant d'être empâté dans l'huile de lin. Cette couche s'appelle première couche de fond.

Quand la teinte définitive devra être jaune paille, le gris est remplacé par du blanc; il est également remplacé par du rose quand la teinte est rouge. C'est sur cette couche de fond que l'on fait les

*remplissages* destinés à combler les trous de clous, petites fissures et inégalités qui sont restés dans la caisse et dans les trains.

Les mastics doivent être composés avec les matières les meilleures, huile de lin et céruse les plus pures; après le *masticage* on ponce de nouveau et avec plus de précaution encore que la première fois. Après le ponçage, on passe doucement sur les surfaces du papier de verre très-fin, pour les amener à une absence com-



Carrosserie Belvallette

plète d'aspérités; on y étend alors une première couche noire pour tous les tons de couleur foncée, blanche pour le jaune, rose pour le rouge.

Pour établir ce qu'on appelle en peinture un fond de premier ordre, il faut deux couches de noir, et lorsqu'elles sont séchées et durcies, on passe à la surface un drap couvert de poudre de pierre ponce. Ceci fait, on peut appliquer les teintes colorées. Les couleurs claires demandent à être formées de couches plus minces et plus

répétées, tandis que les couleurs foncées peuvent se faire plus rapidement.

Les *glacis* sont des couches très-légères et transparentes, composées de couleurs chères; ils sont destinés à rehausser l'éclat des premières teintes.

Avant d'appliquer le vernis, il faut encore unir la surface par une série de polissages avec un drap couvert de pierre ponce broyée à l'eau, et entre chaque application de vernis renouveler ce polissage jusqu'à ce qu'on ait obtenu une surface unie comme une glace.



avenue de l'Impératrice.

Le *rechampissage*, qui consiste à rehausser la voiture de bandes, de baguettes, de filets, de dorures ou d'ornements quelconques, se fait ensuite. Pour les voitures d'aujourd'hui, très-sobres d'ornements, ce rechampissage est facile; c'est à peine si quelques armoiries, sur des voitures de gala, viennent exercer l'habileté du peintre. Il n'en était pas de même autrefois, où les dorures, et surtout les peintures, demandaient des artistes de grand talent, comme on peut

s'en convaincre, au musée de Kensington, par les spécimens du dix-huitième siècle.

Enfin, après une légère friction avec un chiffon chargé de blanc d'Espagne, un lavage énergique et un époussetage au blaireau, il faut, dit M. Gastellier dans son *Manuel du peintre en équipages,* « appliquer le vernis à finir avec confiance et en assez grande quantité pour qu'il bondisse. »

Si le *vernissage* est manqué, il ne peut être réparé; il faut polir à nouveau et revernir la caisse entièrement.

Le garnissage qui termine la voiture est extrêmement varié, suivant la forme et le prix des véhicules : du choix des matières premières dépendent surtout la beauté et la solidité de la garniture.

Chez MM. Belvallette, ce choix est l'objet de soins tout particuliers ; et dans l'usine de l'avenue de l'Impératrice le magasin des cuirs, maroquins, draps, étoffes de soie, crins, passementeries et autres objets nécessaires ne renferme que des matériaux de la qualité la plus parfaite : les cuirs vernis viennent des meilleures maisons de Paris et de Pont-Audemer ; les draps, des fabriques spéciales d'Elbeuf; les maroquins sont bien des maroquins de peau de chèvre et non des peaux de mouton façonnées. Les étoffes de soie sont des satins unis de Tours, et l'on n'emploie plus que rarement les cotelines et les reps, que la fabrication allemande, si défectueuse, a depuis quelques années justement déconsidérés.

Les voitures de campagne, telles que les dog-carts à un cheval et toutes les variétés de voitures légères à deux et à quatre places, dont MM. Belvallette construisent des quantités considérables, sont garnies soit en cuir, soit en étoffes d'Amiens, très-résistantes aux intempéries.

Ne se tenant pas satisfaits de leurs succès, MM. Belvallette ont toujours cherché soit à apporter des améliorations aux voitures déjà connues, soit à en créer de nouvelles, plus appropriées aux besoins et aux goûts du moment. Ainsi ils ont donné à la construction des landaus un soin tout particulier : en effet, cette voiture est, de beaucoup, le plus commode des véhicules à deux fins,

Pendant longtemps, il fut en grande défaveur à cause des nombreuses imperfections de sa forme; jusqu'aux dernières années, la calèche, dont la coupe est élégante et la capote se relève facilement, était adoptée généralement; mais dans la calèche, en cas de mauvais temps, il n'y a que deux personnes de protégées, et si l'on veut une fermeture complète, il faut remonter la couverture vitrée, ce qui est long, ne peut s'exécuter qu'à la maison et non en promenade, la fermeture restant à la remise; — dans le landau, au contraire, les quatre personnes qui occupent la voiture peuvent être parfaitement couvertes, et comme on peut relever les glaces des portières, on est aussi bien clos dans un landau que dans une berline.

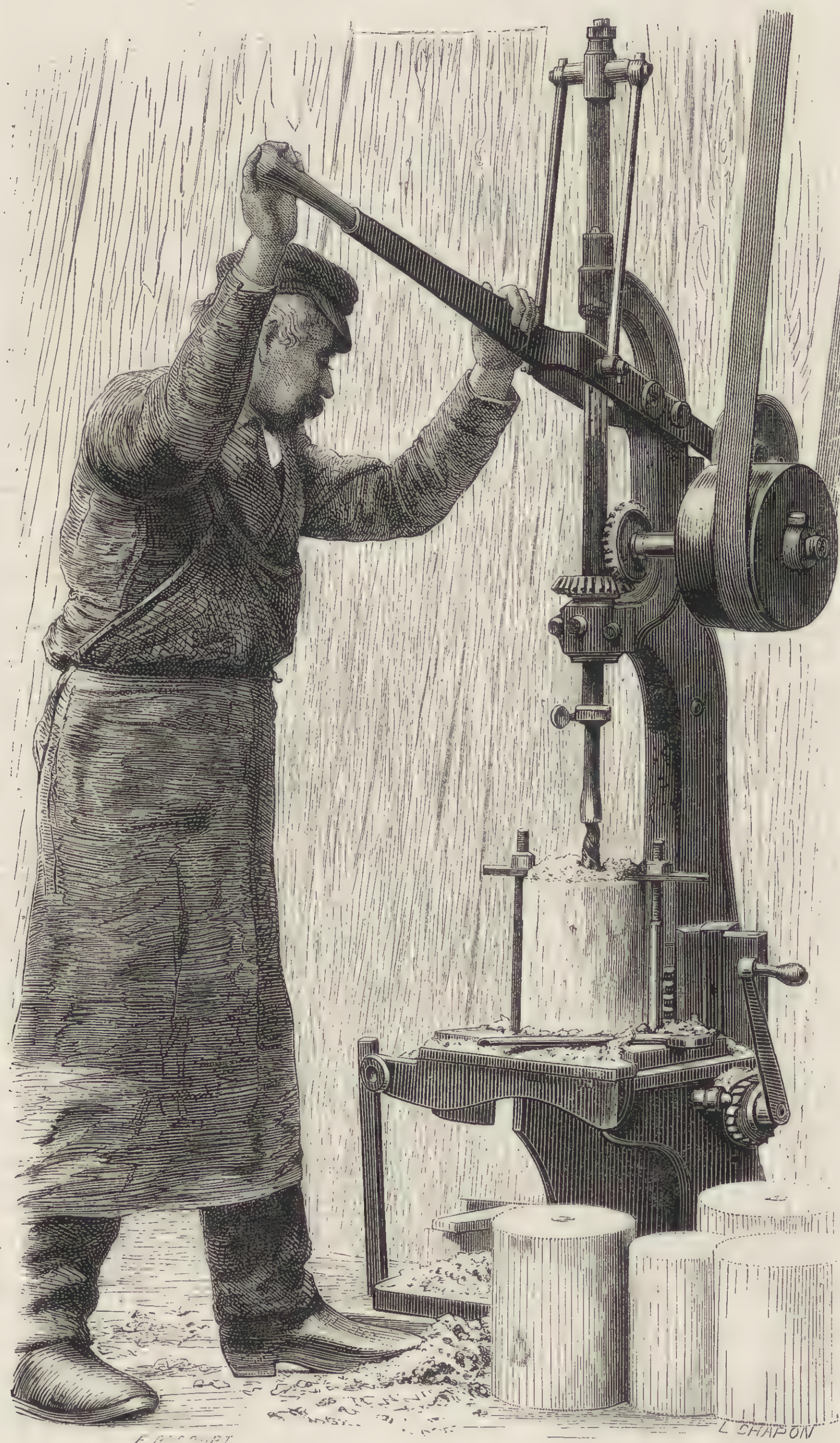


La dernière exposition montrait beaucoup d'exemples de landaus dont on pouvait remonter les capotes par un mécanisme intérieur; mais les divers systèmes présentés n'ont pas encore été jugés suffisants pour être adoptés par MM. Belvallette; ces appareils sont encore, pour la plupart, compliqués, lourds, et le jeu n'en est pas toujours assuré, ce qui amène de fréquentes réparations très-difficiles.

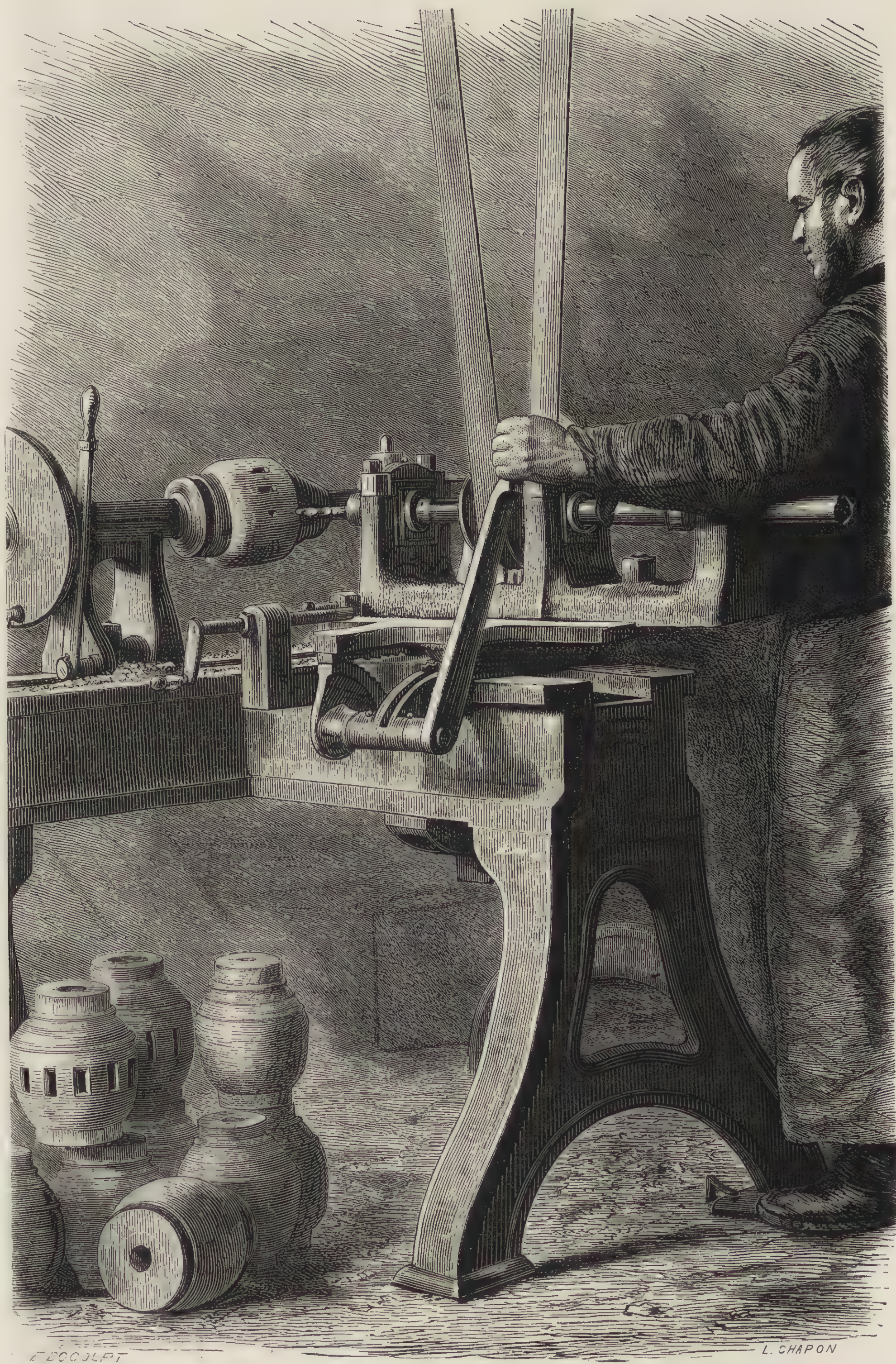
Les capotes des landaus joignent difficilement par le milieu, et si cette fermeture n'est pas exacte, il peut pleuvoir à l'intérieur de la voiture. Pour faciliter la jonction, MM. Belvallette ont changé le pignon et la mortaise carrée, en saillies et cavités coniques, de telle façon que, lorsque les deux parties du toit se présentent en face l'une de l'autre, la pointe du cône saillant trouve toujours à se placer dans la large ouverture qui lui fait face : une fois ce cône entré, le jeu des compas l'enfonce entièrement et le met naturellement à sa place.

Les anciens landaus étaient aussi lourds à la vue qu'à la traction, car la nécessité de faire rentrer la glace exigeait une portière très-haute, et, par conséquent, une caisse profonde dans laquelle les personnes semblaient enfouies, et qui ne laissait voir que le chapeau, en cachant le reste de la toilette.

Les constructeurs ont imaginé de plier, à peu près aux deux tiers de sa hauteur, la glace, qui alors rentre facilement dans une portière moins élevée; et le vaisseau du landau, beaucoup plus élé-




Forage des blocs à moyeux.



E. DOCOLPT L. CHAPON

Perçage des mortaises.

185 *bis*.

gant de coupe, dégage entièrement les personnes qu'il porte.

Avec ces améliorations et quelques autres, le poids de la voiture a diminué de près de 100 kilogrammes. Déjà en 1862, le général Morin, dans son rapport sur l'Exposition de Londres, s'exprimait en ces termes :

« Puisque j'ai parlé de la légèreté des voitures, il convient de faire connaître les poids ordinaires, et de montrer dans quelles limites ils varient selon les ateliers de construction. MM. Belvallette frères, que l'on peut citer parmi nos meilleurs constructeurs, donnent à leurs voitures les poids suivants :

| | |
|---|---|
| Berline. . . . . . . . . . . . . | 650 à 700 kilogr. |
| Coupé Brougham à quatre places. . . | 440 |
| Coupé à deux places . . . . . . . | 320 |
| Calèche à un cheval. . . . . . . . | 455 |

Tandis que chez d'autres constructeurs, les mêmes voitures atteignent les poids suivants :

| | |
|---|---|
| Berline. . . . . . . . . . . . . | 650 à 700 kilogr. |
| Coupé Brougham à quatre places . . . | 530 à 550 |
| Coupé à deux places . . . . . . . | 475 à 500 |
| Calèche à un cheval . . . . . . . | 480 à 500 |
| Cabriolet à quatre roues, dit Victoria ou Mylord . . . . . . . . . . . | 380 à 425 |

Dans les poids que je viens d'indiquer, les diverses parties ou divers éléments de la voiture entrent à peu près pour les proportions suivantes :

| GENRE de VOITURES | Caisse. | Charbonnage et roues. | Serrures et lanternes | Siége. | Peintures. | Garnitures. | Totaux. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Berline. . . . . . . . . . | 0.287 | 0.086 | 0.520 | 0.014 | 0.015 | 0.078 | 1.000 |
| Coupé à quatre places. . . . . | 0.282 | 0.058 | 0.537 | 0.018 | 0.019 | 0.086 | 1.000 |
| Coupé à deux places . . . . . | 0.260 | 0.066 | 0.560 | 0.018 | 0.017 | 0.080 | 1.000 |
| Calèche à un cheval. . . . . . | 0.222 | 0.067 | 0.590 | 0.018 | 0.010 | 0.103 | 1.000 |
| Cabriolet à quatre roues (Mylord). | 0.210 | 0.074 | 0.590 | 0.023 | 0.010 | 0.093 | 1.000 |

Ce tableau montre que la substitution du fer au bois donne à certaines voitures une légèreté apparente; mais ce n'est que par une augmentation du poids relatif des ferrures, qui entrent dans une proportion supérieure à 0,50 du poids total, et d'autant plus grande que les voitures sont plus légères. La substitution de l'acier au fer pour les pièces principales contribuerait donc à alléger notablement le poids des voitures.

On voit, par ces exemples et par ces rapprochements, quelle réduction de poids on peut obtenir, en y apportant une attention soutenue et par un bon choix de matériaux. »

Une autre modification qui donne une grande légèreté d'aspect, est la substitution d'une tôle d'acier à l'épaisse armature de fer et de bois qui constituent le fond d'un landau. Cette substitution offre aussi une plus grande facilité pour monter dans la voiture, sans enjamber par-dessus le rebord, toujours assez saillant.

A force de chercher des modifications au landau, MM. Belvallette ont créé un modèle assez léger à la vue et au poids réel pour pouvoir être attelé d'un seul cheval, sans que l'animal soit surchargé; ce qui constitue une excellente voiture d'hiver et d'été pouvant être attelée à deux ou à un, suivant les cas.

Pour montrer combien la carrosserie française le cédait peu à la carrosserie anglaise, MM. Belvallette avaient exposé, en 1867, un mail-coach qui mérita du jury la mention suivante :

« Trois mail-coachs, d'une exécution parfaite, figurent à l'Exposition : deux dans la section anglaise, fabriqués par MM. Hooper et Peters, de Londres; un dans la section française, fabriqué par MM. Belvallette frères, de Paris. Jusqu'à ces dernières années, l'Angleterre avait le monopole de ces voitures destinées à transporter un grand nombre de personnes pour les courses et pour la chasse, et elle avait introduit dans ce type de la carrosserie de luxe de notables perfectionnements. Le développement qu'ont pris en France le goût du sport et l'emploi des grands équipages a déterminé les



Partie



la forge.

carrossiers français à étendre la fabrication de ce genre de voitures. Le spécimen produit par MM. Belvallette frères, et qui a beaucoup contribué à leur faire décerner une distinction spéciale, dans la classe 61, montre aux consommateurs que, désormais, ils n'auront plus à s'adresser de l'autre côté du détroit pour se procurer ce type de voitures, dont la confection, la suspension et les aménagements si compliqués exigent tout à la fois la science de l'ingénieur et l'art du fabricant. Si les Anglais conservent la haute réputation qu'ils se sont acquise dans la construction des mail-coachs, la carrosserie française a prouvé qu'elle peut, elle aussi, aborder ce genre avec succès et satisfaire aux commandes. »

Cet essai n'a pas été une simple démonstration d'exposition, car en parcourant les ateliers de Boulogne et de Paris nous y avons vu trois mail-coachs en construction.

Les principales inventions dues à la maison Belvallette sont :

1° Le brancard articulé, appliqué aux voitures à deux roues, supprimant totalement le mouvement de vannage produit par le trot du cheval. — Cette invention a été reçue avec grand plaisir par les amateurs de voitures à deux roues, et un très-grand nombre de tilburys, dog-carts et charrettes ont été construits d'après ce système. Il est, en effet, beaucoup de circonstances, surtout à la campagne, où la voiture à deux roues est indispensable. Les chemins ruraux français, les routes de forêt, et même un bien grand nombre de chemins vicinaux sont impraticables aux voitures à quatre roues. Beaucoup de personnes pensent avec raison qu'il est moins cher et surtout plus rapide d'avoir une voiture appropriée aux chemins, que de faire aplanir les chemins pour que les voitures à quatre roues puissent y circuler. Avec la voiture à deux roues on passe partout, mais le vannage était un réel inconvénient, et MM. Belvallette ont rendu un véritable service en y remédiant.

2° L'application d'un fond métallique en tôle d'acier aux voitures à quatre places fermées ou ouvertes, supprimant complétement

l'épaisseur considérable des membrures de la caisse, qu'il fallait enjamber pour entrer dans la voiture. Cette invention est surtout appréciée par les dames.

3° Une nouvelle cheville d'avant-train, fixée à la caisse même de la voiture, donnant au véhicule une grande stabilité, simplifiant l'avant-train en supprimant quantité de pièces devenues inutiles : solidité plus grande et sécurité absolue contre la rupture de la nouvelle cheville, dont la force est décuplée. Cet avant-train permet d'atteler le cheval beaucoup plus près de la caisse, ce qui est une parfaite condition pour la traction.

4° Poignée ou bascule pour les serrures de portes, disposée en gland de sonnette, et qui, tout en donnant une meilleure fermeture, a surtout le grand avantage de ne pas déchirer, comme le levier ordinaire, les poches des par-dessus et les dentelles des dames.

5° Système de ferrure en forme de baïonnette pour les brancards des voitures à deux roues, permettant d'élever ou d'abaisser les brancards, de les raccourcir ou de les allonger, pour les adapter à toutes les tailles de chevaux. En effet, le jeu de cette ferrure à double angle droit, placée à l'extrémité postérieure du brancard, allonge, raccourcit, élève ou abaisse cette extrémité postérieure, de façon à modifier la position du brancard lui-même.

6° Nouveau système de châssis de glace applicables aux landaus.

7° Système de voiture dit coupé-cab, avec nouveau montage, beaucoup plus léger que le coupé ordinaire et le remplaçant dans beaucoup de cas. Le coupé-cab est à quatre roues, et comme on y entre par derrière, les deux essieux peuvent être très-rapprochés, ce qui donne à la voiture beaucoup de légèreté et une grande facilité pour tourner dans un très-petit espace : avantage très-précieux pour Paris, où la place manque presque toujours pour loger et manœuvrer les voitures.

Ces inventions et d'autres perfectionnements, tombés dans le domaine public, ainsi qu'un grand nombre d'innovations adoptées par les constructeurs de tous pays, ont fait décerner à MM. Belval-

lette les plus hautes récompenses, et justifient la place importante qu'ils occupent dans leur industrie. A toutes les expositions universelles ils ont obtenu les premières médailles, parmi lesquelles nous citerons :

Prize medal, Londres, 1851
Médaille 1re classe, Paris, 1855
Prize medal, Londres, 1862
Médaille d'or, Paris, 1867

FIN DE LA CARROSSERIE BELVALLETTE.

# MINES

DE

# MALFIDANO

---

Depuis quelques années, l'ancienne répartition du commerce de minerai de zinc a été entièrement modifiée. Autrefois, la Belgique, la Silésie fournissaient presque seules la calamine; on trouvait bien, dans d'autres contrées, de la blende en gisements assez importants, mais on n'exploitait ce minerai qu'en un petit nombre d'endroits.

L'épuisement des mines belges a forcé les fondeurs de zinc à chercher la calamine d'abord en Suède et en Espagne, puis, brusquement, est venue la découverte et l'exploitation par des mains très-intelligentes des mines de Sardaigne.

La Société de Malfidano, devenue si rapidement célèbre par le succès qui l'a accueillie à la Bourse de Paris, est aujourd'hui la plus importante parmi les nombreuses associations qui se sont constituées dans le but de vendre de la calamine aux fondeurs de zinc belges et anglais. — Tout ce qui la concerne a pris un grand intérêt industriel et financier. Nous publierons donc en entier le rapport officiel qui nous a été communiqué sur les mines et établissements de cette Société.

La Société anonyme des Mines de Malfidano a pour objet l'exploitation et la mise en valeur des mines de zinc et de plomb de

TYP. A. MARC. 

Malfidano, Planu Sartu, Bega-Sa Fontana, Topi Vaco et Pinta Perdosa, situées au nord du Salto di Gessa, et des mines de Cabitza et Monte-Scora situées dans le voisinage d'Iglesias.

Les roches qui constituent le sol des périmètres dans lesquels sont groupées les mines de Malfidano, Planu Sartu, Bega-Sa Fontana, Topi Vacca et Pinta Perdosa, appartiennent à deux étages différents; l'un, presque exclusivement schisteux, affleure dans les vallées; l'autre, formé de roches arénacées plus ou moins altérées par un métamorphisme normal, et de roches calcaires et dolomitiques, se trouve dans les montagnes et dans les parties culminantes du pays.

Les deux étages reposent dans les régions du Salto di Gessa, en stratification discordante l'un au-dessus de l'autre; M. de la Marmora les considère tous deux comme des dépendances du terrain silurien.

Les fossiles recueillis dans des schistes inférieurs montrent que ces roches sont, en effet, de l'âge que leur assigne le savant auteur de la description géologique de la Sardaigne; quant aux calcaires, il est difficile de se prononcer sur la position qui doit leur être fixée dans l'échelle chronologique des terrains; on n'y a pas encore signalé de fossiles, et la différence de stratification presque constante entre le groupe calcaire et le groupe schisteux tend à faire croire qu'ils sont de deux âges différents; quoi qu'il en soit, celui-ci est le terrain métallifère par excellence; ses couches fortement redressées, presque verticales, ont été remplies par les minerais sublimés, qui ont donné naissance aux gîtes calaminaires et aux filons plombifères aujourd'hui exploités.

Les premiers existent sous deux aspects éminemment differents: les uns constituent des masses plus ou moins puissantes (Planedda, Monte-Rexio et Planu Sartu); les autres se trouvent à la surface des filons plombeux, dont ils ne sont pour ainsi dire qu'un accident dû à l'altération éprouvée par les minerais sulfurés sous l'influence des agents atmosphériques; l'origine des premiers gisements peut être attribuée à l'altération des calcaires voisins des fissures par où se

dégageaient les vapeurs du zinc sulfuré; ce métamorphisme pour se produire demandait la présence de l'air et de l'humidité.

Tous les gîtes exploités par la Société de Malfidano sont disposés parallèlement aux strates calcaires allant sensiblement du Nord au Sud; à Malfidano et à Caitas, c'est un filon considérable courant de l'O. 18° N., à l'E. 18° S.; ailleurs, ce sont des amas-couches différant de ce que l'on est généralement convenu de désigner sous ce nom, en ce que les minerais calaminaires, au lieu de remplir simplement des poches plus ou moins grandes et de se terminer dans tous les sens, se poursuivent en profondeur par des veines de minerais sulfurés, galène, blende et pépite de fer.

Les minerais qui remplissent les masses sont, en premier lieu, des calamines, puis des terres calaminaires, et enfin du zinc silicaté.

La partie supérieure des gisements, à Planu Sartu, se compose de calamines plus ou moins noirâtres ou rougeâtres, en masses cloisonnées, à texture cristalline et saccharoïde; elles sont toujours ferrugineuses aux affleurements, et sous le choc du marteau elles rendent le même son que les briques.

A une certaine profondeur, aux variétés précédentes se joignent plusieurs autres.

Tantôt c'est une calamine blanche feuilletée, tantôt une calamine de la même teinte concrétionnée; les mamelons sont intérieurement d'un blanc laiteux, hyalins; extérieurement, ils sont recouverts d'une couche blanchâtre terreuse, provenant sans doute de leur décomposition, et due à du zinc hydrocarbonaté.

Enfin on rencontre assez fréquemment de la calamine en masses compactes, plus ou moins mélangée avec du fer oxydé et de teinte rougeâtre ou jaunâtre.

A Monte-Rexio, on observe souvent des calamines compactes, ayant l'aspect d'un calcaire jaune rougeâtre, et divisées par des veines de calamine blanche.

On peut également voir, mais en faible quantité, des minerais blancs mamelonnés ou stalactiformes d'une très-grande richesse.

Dans la grande masse de Monte-Rexio, le zinc silicaté s'allie au

zinc carbonaté, sans qu'aucune loi semble avoir présidé à la distribution respective de ces deux minerais. Le premier a l'aspect cristallisé, et, examiné de près, il laisse voir une foule de petites aiguilles brillantes s'enchevêtrant les unes dans les autres; de nombreuses cavités sont tapissées par des cristaux blancs disposés en éventail; les masses sont tantôt colorées en jaune ou en rouge par du fer oxydé, tantôt en noir par du manganèse peroxydé.

A Planedda, les variétés de calamines sont encore plus grandes qu'ailleurs; généralement, c'est un minerai compacte, massif, ayant l'aspect d'une brêche, qui lui est donné par les fragments blancs et rouges de calamines le constituant: ailleurs, il est formé de zones parallèles coloriées en gris, en jaune, en blanc ou en noir; il est très-dense, sa cassure est conchoïdale. Il serait trop long de décrire toutes les calamines rencontrées à Planedda; elles font du zinc carbonaté un véritable Protée minéral.

Les silicates de zinc sont très-abondants à Planedda; tantôt ils sont compactes et ressemblent à ceux de Monte-Rexio, tantôt en masses cristallines jaunâtres à texture cellulaire, formées de l'agglomération d'une immense quantité de petites aiguilles qui se brisent sous la simple pression des doigts; les cellules sont tapissées de cristaux de zinc silicaté en aiguilles plus volumineuses.

Les cavités laissées entre les blocs de calamine sont généralement occupées par des terres brunes, un peu argileuses, saturées de carbonate de zinc : à Planedda, elles constituent une partie importante de la masse ; mais elles montrent fréquemment des cristaux de zinc silicaté.

Les minerais qui constituent les filons, comme à Malfidano, appartiennent à la calamine, à la galène et à la blende.

La calamine est généralement ferrugineuse ou noirâtre ; elle est plus compacte que celle de Planu Sartu, et le poids du mètre cube de minerai brisé atteint 1,800 kilog.

La galène est à petites facettes ou à petits grains; comme teneur en argent, elle appartient à la classe des minerais médiocrement riches.

La blende est noire, caverneuse, et possède toujours l'éclat qui la caractérise; plusieurs échantillons analysés montrent qu'elle est argentifère.

Les minerais qui précèdent sont distribués sans aucun ordre dans la masse du filon; généralement, ce sont des lentilles plus ou moins volumineuses, dont les grands axes sont parallèles aux couches calcaires encaissantes et dominant tour à tour les unes aux dépens des autres.

Les territoires sur lesquels exploite aujourd'hui la Société de Malfidano, ont été, à des époques antérieures plus ou moins reculées, l'objet de travaux de recherche et d'extraction de minerais. On trouve là, comme dans presque toutes les parties de la Sardaigne, des traces nombreuses d'anciennes exploitations, particulièrment sur les points appelés Planedda, Pinta Perdosa, Malfidano et Montianna.

Dans ces dernières années, quelques exploitants ont tenté de s'établir dans cette partie Nord du Salto di Gessa; mais, soit par suite de l'insalubrité du climat, soit par suite de la difficulté et même du manque absolu de moyens de communication, soit enfin parce que les minerais de plomb seulement exploités étaient trop pauvres, ils ont été contraints de suspendre les travaux et d'abandonner le pays.

La Société de la Fortune entre autres, qui avait ouvert des travaux d'une certaine importance dans la vallée de Malfidano et à Planu Sartu, il y a une quinzaine d'années, a dû interrompre brusquement ses opérations, après avoir sacrifié inutilement des hommes et des capitaux. Depuis lors, il n'a été fait dans ces contrées aucune autre tentative d'exploitation de mines, jusqu'au moment où s'est formée la société de Malfidano, c'est-à-dire en l'année 1866.

La Société de Malfidano a acquis dans cette région, qui environne la rade de Buggera, cinq permis de recherche et d'exploitation, parmi lesquels quatre sont compris dans le Salto di Gessa, dont ils forment l'extrémité septentrionale; ce sont ceux de Malfidano, de Planu Sartu, de Bega Sa Fontana et de Copi-Vacca; le cinquième,

celui de Pinta Perdosa, est compris dans le territoire de la commune de Plomini Maggiore. Ces cinq permis constituent ensemble une superficie d'environ 1,500 hectares, sur lesquels 1,200 situés dans le Salto di Gessa et 300 sur le territoire de la commune de Flumini.

En outre des mines dont il vient d'être question, la Société de Malfidano possède, dans les environs d'Iglesias, le permis de Monte-Scora et celui de Cabitza.

Sur les 1,200 hectares qui représentent l'extension générale des permis de Malfidano, de Planu Sartu, de Bega Sa Fontana et de Copi Vacca, situés dans le Salto di Gessa, la Société de Malfidano occupe effectivement, pour les besoins de ses exploitations, une surface de vingt-cinq à trente hectares, qui comprennent tous les terrains occupés par les extractions, les décharges, les constructions, les routes, les installations diverses, etc. etc. En dehors de ces vingt cinq à trente hectares, le propriétaire du Salto di Gessa jouit exclusivement de toute la surface du sol.

Sauf de rares exceptions, toute cette étendue de 1,200 hectares de terrains est absolument stérile; le sol ne produit aucun revenu agricole; il suffit à peine à nourrir pendant une partie de l'année quelques troupeaux de chèvres et de moutons.

Cependant la contrée était autrefois richement boisée sur de nombreux points; mais depuis, elle a été déboisée sans aucune mesure.

Partout où l'on a pu faire facilement du charbon, tous les arbres, vieux et jeunes, ont été indistinctement abattus; on n'a respecté que les natures de bois dont on ne pouvait tirer aucun parti ; aussi, en très-peu d'années, cette contrée est-elle devenue ce qu'elle est aujourd'hui, presque entièrement nue et aride.

La Société de Malfidano paie annuellement au propriétaire du Salto di Gessa et a payé pour l'année 1868 une somme de 6,500 francs qui se décompose ainsi :

1,500 fr. pour l'occupation des terrains où elle exécute ses travaux, c'est-à-dire une superficie de trente hectares, ce qui repré-

sente un revenu annuel supérieur au prix d'acquisition de ces terrains.

3,000 francs pour le chauffage des ouvriers, à raison de 5 francs par homme et par an.

2,000 francs pour le droit de fabriquer la chaux.

En outre de ces paiements, la Société indemnise le propriétaire du sol pour l'ouverture des routes d'exploitation ; ces indemnités, qui ne sont pas encore définitivement réglées, peuvent être évaluées pour l'année 1868 à la somme de 1,500 francs.

En dehors du Salto di Gessa, qui constitue une des plus vastes propriétés de la Sardaigne, la propriété du sol est généralement assez morcelée, même sur les points où elle n'atteint qu'une très-faible valeur. Ainsi, pour les permis de Pinta Perdosa, de Monte-Scora et de Cabitza, les plus forts propriétaires ne possèdent pas au delà de 35 à 40 hectares de terrain dans une même région. Les titres de propriété sont, en général, très-irrégulièrement établis.

Les établissements principaux de la mine sont situés à Buggera, à proximité de la mer. Cette position, qui ne présentait encore aucune ressource il y a quelques années, est devenue aujourd'hui fort animée et s'est couverte de constructions de toute nature. Dès l'origine, la Société de Malfidano se trouvant arrêtée à chaque pas par des difficultés nouvelles, a compris qu'elle devait tout d'abord faire de grands sacrifices pour arriver à régulariser ses opérations ; que, pour assurer l'exportation de ses produits, il était indispensable d'exécuter de grands travaux d'aménagement, des constructions diverses et surtout des installations spéciales, dans le but de faciliter les mouvements des minerais et leur transport par terre et par mer.

Les constructions principales qui s'élèvent à Buggera sont les suivantes :

Six fours à cuve pour la calcination des calamines.

Deux fours à réverbère pour la calcination des terres.

Deux magasins pour les minerais calcinés, occupant ensemble une surface de 1,450 mètres carrés.

Un magasin du matériel et des matériaux, occupant une surface de 450 mètres carrés.

Un atelier de forge et d'ajustage.

Un atelier de menuiserie et de charronnage.

Trois écuries avec tous leurs accessoires et rateliers, pouvant contenir quatre-vingts chevaux.

Deux magasins pour la vente des vivres.

Un hôpital.

Neuf maisons ou constructions diverses, parmi lesquelles se trouvent comprises les maisons de l'administration et du personnel.

Trois maisons d'habitation pour les ouvriers.

D'autres bâtiments ont été construits sur les points principaux d'exploitation: trois à Planu Sartu, deux à Malfidano, avec forge et magasin, un à Monte-Rexio avec forge, et un à Planedda; tous ces logements, construits en maçonnerie et couverts en tuiles, sont spacieux, élevés, très-aérés, et peuvent contenir ensemble 450 ouvriers. Si l'on ajoute à ce chiffre le nombre des ouvriers logés à Buggera, qui peut s'élever à 250, on voit que la mine de Malfidano possède des locaux suffisants pour loger 700 hommes.

En dehors des constructions ouvertes, d'autres travaux d'une nature différente ont été exécutés à la plage et en mer pour faciliter les embarquements des minerais.

Sur le côté occidental de la rade de Buggera, la Société a construit en mer une digue de 160 mètres de longueur, qui a été fondée sur des points où il y avait de deux à cinq mètres de profondeur d'eau; l'espace compris entre la digue et la côte a été remblayé avec des roches, et l'ensemble du travail forme aujourd'hui un quai de 3,000 mètres superficiels, qui a été entièrement conquis sur les eaux. Un chemin de fer à double voie de 250 mètres de longueur, défendu par une digue en maçonnerie, longe la plage, et met en communication le quai avec le magasin des minerais.

Ces travaux, commencés il y a deux ans et continués depuis sans interruption, sont entièrement terminés; ils ont été, à diverses reprises, gravement endommagés par les tempêtes.



MALFIDANO. — Exploitation de la calamine à ciel ouvert.

La Société de Malfidano a fait, à la même époque, des constructions importantes à Taccarossa, dans la rade de Carloforte. Elle a créé là un établissement qui se compose de quatre fours à calciner, de magasins de minerai et d'une maison d'habitation.

Les systèmes d'exploitation employés pour retirer le minerai de ses gisements sont différents, suivant les gîtes que l'on examine.

A Planu Sartu, l'exploitation des masses peut se diviser en trois périodes:

1° On a exploité les affleurements jusqu'à une profondeur de 6 à 8 mètres à ciel ouvert;

2° Jusqu'à une profondeur comprise entre 8 et 16 mètres, au moyen de galènes de rabais envoyant des traverses dans les masses;

3° Pour prendre la partie inférieure des gisements, on a foré dans le minerai même, au milieu de son développement, des puits inclinés; ceux-ci vont jusqu'au bas de la masse; là, on mène une première galerie de deux mètres de hauteur sur autant de largeur suivant leur direction; ensuite on prend une seconde galerie à gauche, disposée comme la première; mais alors la benne qui descend sur le plan incliné établi dans le puits apporte du stérile, qui équilibre en partie la calamine que l'on monte, et de plus sert à remblayer la galerie de droite.

Lorsque le minerai a été enlevé dans la galerie de gauche et que celle de droite a été remblayée, on prend sur les déblais de cette dernière une seconde galerie qui enlève de nouveau le minerai sur deux mètres, et l'on remblaie la seconde galerie de gauche comme on a fait pour la première; on s'élèvera ainsi successivement jusqu'à la surface.

A Monte-Rexio, l'exploitation du minerai s'est faite à ciel ouvert jusqu'à une profondeur de 10 mètres; puis à 28 mètres au dessous des affleurements, une galerie de rabais vient rejoindre le gisement; la calamine sera retirée en appliquant le système connu sous le nom de méthode en travers; une deuxième galerie à 50 mètres au dessous du niveau des affleurements, de 120 mètres de longueur

aujourd'hui, est destinée à prendre la tranche de minerai placée au dessous de la première.

A Planedda, l'exploitation sera un peu différente : une galerie à 62 mètres au dessous des affleurements a montré la continuité du minerai jusqu'à cette profondeur sur une section de 90 mètres carrés. Pour prendre le massif de minerai situé au dessus de cette galerie on opérera de la manière suivante : on foncera un puits vertical A dans le minerai même, qui viendra déboucher dans la galerie de rabais dont on vient de parler : de cette galerie, on conduira au milieu de la masse deux traverses perpendiculaires, de sorte qu'au niveau du rabais on aura quatre piliers que l'on enlèvera et que l'on remblaiera à mesure par le stérile venant d'en haut, au moyen d'écluses sèches.

Une fois une tranche de 2 mètres de hauteur enlevée, on ménagera dans le stérile au-dessus de la galerie un puits B dont on reconnaîtra l'utilité ; sur la couche de stérile on divisera comme précédemment le massif calaminaire en quatre piliers par deux galeries perpendiculaires, et l'on arrachera le minerai de la même manière ; seulement, pour le faire descendre dans la galerie de rabais, on se servira également d'écluses sèches installées dans le puits B, conservé dans le stérile, et qui sera le puits d'extraction. On voit ainsi qu'à mesure que l'on s'élèvera, le puits aux remblais diminuera de hauteur, tandis que le puits d'extraction ne fera qu'augmenter.

En procédant ainsi on enlèvera successivement par tranches de deux mètres tout le minerai de la masse de Planedda.

Le filon de Malfidano, affleurant sur les flancs de deux montagnes séparées par un ravin, a été jusqu'à présent exploité à ciel ouvert ; on a suivi la méthode par gradins droits de 15 mètres de largeur, c'est-à-dire prenant la moitié du filon ; leur hauteur est de $3^{m},50$ et ils sont séparés par des plans horizontaux de 10 mètres ; une fois que les gradins sont suffisamment avancés dans le sens de la direction, on prend en arrière la seconde moitié du gisement de la même manière que précédemment.

Dans les différents travaux d'exploitation, les mineurs sont toujours payés au mètre cube ou à la tonne de minerai extrait ; les prix varient avec les différents chantiers ; ils sont généralement compris entre 5 fr. 50 et 16 fr. par mètre cube. Dans les galeries au rocher, l'avancement est donc également compris et se paie selon la dureté de la roche ; le prix du mètre courant varie entre 50 et 250 fr. ; pour les galeries qui suivent des veines de minerai, on accorde, en outre du prix de l'avancement, une prime de 3 à 8 fr. par mètre cube de calamine extraite, afin d'encourager les ouvriers à séparer le minerai des déblais.

Les dépenses entraînées par les travaux intérieurs de la mine et l'extraction du minerai se sont élevées, en 1868, à la somme de 410,205 fr. 66.

La quantité de minerai extrait pendant l'année 1868 est de 34,410 tonnes, tant en carbonates qu'en silicates et calamine plombeuse.

La valeur des minerais de zinc est très-variable, suivant leur nature et suivant les cours du zinc ; on ne peut donc donner à cet égard que des prix moyens.

Les minerais crus carbonatés d'une teneur de 40 à 43 p. 100 valent, à Carloforte, de 60 à 70 fr. la tonne ; les silicates de zinc d'une teneur moyenne de 40 p. 100 valent de 50 à 60 fr. ; les calamines plombeuses d'une teneur en zinc de 34 p. 100 valent de 40 à 45 fr., et enfin les terres calaminaires d'une teneur de 38 à 40 p. 100 se vendent à Carloforte entre 55 et 60 fr.

La composition des calamines de la Société de Malfidano varie suivant que l'on examine des minerais d'une section différente et suivant que l'on considère les terres ou les minéraux massifs.

Les minerais de Planedda, de Monte-Rexio et de Planu Sartu ont une teneur en zinc moyenne de 43 p. 100 ; ces minerais sont à peu près complétement exempts de minéraux sulfurés.

Ceux de Malfidano, quoique atteignant une teneur voisine de la précédente, sont d'une qualité inférieure, à cause de la proportion de blende et de galène qu'ils renferment.

En comparant les terres aux calamines massives, on peut dire que :

1° Par calcination, les pertes sont plus grandes dans les calamines massives (20 à 33 p. 100) que dans les terres (20 à 25 p. 100).

2° Les corps étrangers alliés au plomb, au fer, à l'alumine, à la chaux et au silicium sont plus abondants dans les terres que dans les calamines.

3° La teneur en zinc des minerais massifs (32 à 54 p. 100) est plus élevée que celle des terres (31 à 42 p. 100).

Il est fort difficile de se prononcer dès aujourd'hui sur l'avenir de la mine et sur les travaux qui doivent y être ultérieurement exécutés. Les gisements de zinc en Sardaigne sont encore peu connus, on est généralement peu fixé sur leur importance, et les procédés d'exploitation devront varier suivant les circonstances qui pourront surgir.

Les masses de Planu Sartu, de Planedda et de Monte-Rexio seront exploitées, selon toute probabilité, par les mêmes moyens que ceux qui ont été employés jusqu'ici et qui viennent d'être exposés.

La nature du filon reconnu depuis Malfidano jusqu'à Caitas et les travaux exécutés prouvent que ce gisement se rattache à la classe des filons plombifères ; sa continuité en profondeur ne peut être mise en doute ; la puissance de ses affleurements, qui atteint jusqu'à 25 mètres, en fait l'un des gîtes les plus remarquables de Sardaigne ; si dans le voisinage de la surface la blende et la calamine sont des minéraux dominants, en profondeur, les travaux entrepris ont montré que la galène devient de plus en plus abondante ; un premier puits allant à 40 mètres au dessus de la surface a permis d'observer ce fait. Un second actuellement en fonçage est destiné à explorer le gîte à une profondeur de 100 mètres. Sur le versant de Caitas différentes galeries pénètrent dans le sein de la montagne à des niveaux superposés ; elles ont coupé plusieurs veines composées de blende, de galène et de plomb carbonaté ;

leur exploitation se fera entre deux niveaux par gradins renversés, et les minerais extraits seront tous amenés à Malfidano au moyen d'un plan incliné automoteur.

Pour Malfidano, la méthode d'exploitation que l'on adoptera dépendra de l'allure du gisement ; il est probable que les minerais seront conduits directement du lieu d'extraction au port d'embarquement (Buggera), par un chemin de fer de deux kilomètres, dont la pente sera environ de 3 millimètres par mètre ; cette même voie sera utilisée pour le transport des minerais du versant de Caitas.

On ne doit pas estimer à moins de 100,000 fr. l'installation du puits de Malfidano, et à 15,000 fr. celle d'un plan incliné pour desservir Caitas.

Des travaux de recherche pour le minerai de plomb se font actuellement dans les permis de Bega Sa Fontana et de Pinta Perdosa ; jusqu'à ce jour, il n'a point encore été obtenu de résultat significatif.

Le seul travail de préparation de minerais qu'effectue la Société de Malfidano consiste dans la calcination des calamines ; elle possède, comme cela a été dit plus haut, dix fours à cuve, dont six à Buggera et quatre à Taccarossa; plus, quatre fours à réverbères. Sur ces dix fours, six seulement restent continuellement en marche ; les fours de Taccarossa sont éteints depuis plus d'un an, mais ils vont être remis en activité.

Les fours de Buggera sont à deux portes ; ils ont cinq mètres de hauteur au dessus des grilles, et, sauf un petit renflement qui a été ménagé au tiers de la hauteur, ils sont à peu près cylindriques. Leur contenance est de vingt-huit à trente tonnes de minerai.

Le chargement des fours se fait par couches de calamine de 1,200 kilogrammes environ, séparées entre elles par des couches de 48 kilogrammes de houille et de charbon, et de bois, mélangés à peu près par moitié ; la quantité de combustible est ainsi de 4 p. 100, comparée à la quantité de minerai cru. Ils produisent en moyenne, par four et par vingt-quatre heures, dix tonnes de calciné.

Jusqu'à ce jour, il n'a été calciné que des carbonates de zinc, dont la tenue moyenne en cru est de 40 à 42 p. 100; ils perdent 25 p. 100 à la calcination, et produisent par conséquent des calcinés dont la teneur varie entre 55 et 60 p. 100. La valeur de ces minerais, rendus à Carloforte, varie entre 90 et 110 fr. la tonne.

La construction des fours à cuve a coûté 36,000 fr., soit 3,600 fr. par four.

Les quatre fours à réverbère, destinés à la calcination des terres, ont 5 mètres de longueur et 1m80 de large; ils produisent trois tonnes de calciné par jour, et dépensent 20 p. 100 de charbon de houille. Ces quatre fours ont coûté ensemble 15,300 fr. de frais d'établissement.

La calcination dans les fours à cuve revient, en moyenne, à 9 fr. 50 c. par tonne, tandis que dans les fours à réverbère cette dépense s'est élevée jusqu'à 14 fr. 50 c. Ces derniers ont généralement mal fonctionné; les vents fréquents qui règnent dans la rade de Buggera, surtout en hiver, rendent le tirage très-irrégulier et nuisent considérablement à la calcination.

Les fours à réverbère sont éteints depuis dix mois; il est peu probable qu'ils soient remis en activité; car la Société voit peu d'avantages à continuer une calcination devenue trop coûteuse par le fait du prix élevé des combustibles.

A Buggera, lorsque tous les fours à cuve et à réverbère sont en marche, ils occupent de 65 à 70 ouvriers, lesquels sont à peu près exclusivement Sardes.

Les Sardes possèdent quelques aptitudes pour ce genre de travail; ils supportent bien la chaleur, et, à certains points de vue, ils sont même préférables aux continentaux.

Ces ouvriers retirent de bons salaires; sur les 70 qui sont occupés à la calcination, il en est une trentaine qui gagnent 4 fr. par jour, et les autres de 3 fr. à 3 fr. 50 c.

La question des transports est une des plus difficiles que les exploitants des minerais de zinc aient eu à résoudre en Sardaigne.

Ces minerais sont très-volumineux, eu égard à leur poids et



MALFIDANO. — Embarquement du minerai.

à leur valeur; on peut admettre qu'il faut environ 12 mètres cubes de minerai de zinc pour former la valeur d'un mètre cube de minerai de plomb. On comprend donc que les transports de calamine soient non-seulement plus coûteux que ceux du plomb relativement au poids et à la valeur, mais encore qu'ils exigent des installations et un matériel plus considérables.

Toutes les exploitations de la Société de Malfidano, sauf celle qui porte ce nom, sont situées sur des hauteurs qui varient entre 150 et 400 mètres d'altitude. On a dû penser tout d'abord à mettre ces exploitations en communication avec la rade de Buggera, seul point par lequel on pût espérer effectuer les embarquements. Dans le principe, les minerais étaient descendus de la mine à la plage au moyen de traîneaux et de couloirs, pendant que l'on construisait les routes qui, à ce jour, desservent toutes les exploitations, et atteignent un développement total de 14,500 mètres.




Ces routes ont, en général, une largeur de 4m 50. La pente est très-variable; elle est surtout plus forte dans les parties qui aboutissent au plateau de Planu-Sartu et aux exploitations de Planedda et Monte-Rexio; mais cette pente ne dépasse pas 0m 12 par mètre.

Les frais de construction ont varié, suivant la configuration et la nature des terrains; en général, toutes ces routes se développent sur des versants très-rapides; elles sont ouvertes en plein rocher, et sur de nombreux points elles ont exigé des murs de soutènement qui atteignent jusqu'à 6 et 8 mètres de hauteur.

Les routes, dans les parties en plaine, ont coûté de 4 fr. 50 c. à 7 fr. 50 c. par mètre courant; dans les versants moyennement accidentés elles ont coûté de 11 à 16 fr.; enfin, dans les passages difficiles, sur plusieurs kilomètres de longueur, les frais de construction ont varié entre 18 et 30 fr. par mètre courant.

La dépense totale entraînée par l'exécution de tout le réseau s'élève à la somme de 184,000 fr.

En outre des routes, il a été établi des chemins de fer pour faciliter les transports, soit sur les lieux d'exploitation, soit à la

plage de Buggera. La longueur des voies ferrées affectées à ce seul service est de 1,160 mètres, qui ont coûté, tous frais compris, 23,470 fr.

L'entretien des voies de communication exige annuellement une dépense de 14,600 fr.

Les transports par terre sur les routes sont donnés à l'entreprise; mais la Société a gardé à sa charge les transports qui se font au moyen de traîneaux, de camions et de wagons.

Ces transports de la mine à Buggera coûtent, en moyenne, 4 fr. 50 par tonne de minerai.

Le matériel affecté aux transports par terre se compose de 18 charrettes à trois colliers, 9 charrettes à deux colliers et 5 charrettes à un collier; de 8 wagons portant deux tonnes et demie, de 11 wagons portant une tonne, de 12 traîneaux et de 10 camions. Ce service occupe 74 chevaux ou mulets.

Un câble métallique, installé à la masse de Planedda dans le but de descendre les minerais dans la vallée, fonctionne actuellement; il atteint une longueur de 480 mètres, et pèse 2 kil. 250 gr. par mètre courant.

Cette installation a coûté 11,000 fr.

De Buggera les minerais sont dirigés sur Carloforte, d'où ils sont ensuite expédiés en France, en Angleterre et en Belgique. Les difficultés que la rade ouverte de Buggera offrait pour les embarquements ont déterminé la Société de Malfidano, qui tenait avant tout à assurer l'exécution de ses contrats de vente, à construire les installations, quais et chemins de fer dont il a déjà été question plus haut. De plus, afin de ne pas se trouver complétement à la merci des marins de Carloforte, qui fréquemment refusaient de se rendre à Buggera, la Société a acquis un matériel maritime complet, pouvant suffire à lui seul à toutes les exigences du service; elle a affrété en même temps un bateau à vapeur remorqueur.

A l'aide de ces moyens, les transports ont été faits, pendant l'année 1868, avec plus de régularité et d'économie que pendant les années précédentes.

Le matériel maritime acheté par la Société se compose de :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 1 | chaland en fer | de 80 | tonneaux | de portée. |
| 5 | — — | de 24 | — | — |
| 5 | — en bois | de 60 | — | — |
| 13 | barques | de 10 à 13 | — | — |

La dépense d'acquisition de ce matériel, dont une partie a été achetée avant l'année 1868, s'élève à la somme de 92,500 fr.

Les transports par mer de Buggera à Carloforte sont donnés à l'entreprise générale, à raison de 6 fr. 25 c. par tonne, plus 1 fr. 60 c. pour la mise en magasin et la prise à bord; ce qui fait, pour ces deux opérations, 7 fr. 50 c. par tonne. Si l'on ajoute à ce prix les frais divers d'embarquement et de débarquement, de pesage, de remorquage, etc., etc., on arrive au prix moyen de 10 fr. 10 c. par tonne de minerai rendue à bord des navires à Carloforte.

La quantité totale des minerais transportés par terre en 1868 est de 34,400 tonnes, la quantité transportée par mer est de 26,800 tonnes; la différence qui existe entre ces deux chiffres est produite par les pertes à la calcination des minerais qui ont été passés aux fours.

Les mines de la Société de Malfidano occupent, en moyenne, 650 ouvriers pendant la saison d'hiver, et 420 pendant la saison d'été. Sur ce nombre, on compte à peu près autant de Sardes que de continentaux.

Les continentaux appartiennent principalement au Piémont, à la Lombardie et à la Toscane. Les Sardes viennent des villages situés sur la côte sud-ouest de l'île.

En général, les ouvriers mineurs et manœuvres occupés dans les travaux des mines sont dans la force de l'âge; les femmes et les enfants employés au triage des minerais, au nombre de 70, sont exclusivement Sardes.

Les ouvriers travaillant à la journée reçoivent un salaire qui varie suivant leurs aptitudes et la nature des travaux :

| | | |
|---|---|---|
| Pour les ouvriers mineurs il est de. . . . | 3 fr. | 60 |
| Pour les manœuvres, de. . . . . . . . | 2 | 75 |
| Pour les femmes et les enfants, de. . . . | 1 | 20 |

Les travaux s'exécutent presque tous à l'entreprise; il est rare que les ouvriers continentaux soient payés à la journée; ils préfèrent travailler à la tâche; car ils ont ainsi plus de liberté, et ils retirent de meilleurs salaires. Les Sardes, au contraire, sont peu aptes à s'associer entre eux; ils sont occupés à la journée, soit pour le compte de la Société, soit pour le compte des ouvriers continentaux entrepreneurs.

Les mineurs occupés en galerie à l'entreprise gagnent 4 fr. 50 à 6 fr. par jour; ceux qui travaillent à ciel ouvert gagnent de 4 à 5 fr.

Le degré d'instruction varie suivant la nationalité des ouvriers : les Piémontais savent presque tous lire et écrire, les Lombards et les Toscans sont beaucoup moins avancés; quant aux Sardes, il est rare d'en rencontrer qui sachent lire et écrire.

On peut dire que la moralité des ouvriers est en raison directe de leur degré d'instruction.

Les ouvriers continentaux sont beaucoup plus aptes aux travaux des mines que les Sardes, plus vigoureux et plus habiles que ceux-ci; ils produisent de plus grandes quantités de travail. Les Piémontais tiennent le meilleur rang pour les travaux souterrains; les Lombards, Toscans et autres continentaux viennent immédiatement après; les Sardes sont généralement employés comme manœuvres : ils font de préférence les transports à la brouette, la calcination, et le triage des minerais.

Dans les mines de Malfidano, les travaux continuent sans interruption pendant toute l'année. Cependant ils se poursuivent avec moins d'activité en été qu'en hiver.

La durée du travail journalier est de 10 heures pour les travaux à ciel ouvert; pour les travaux souterrains, elle est seulement de huit heures.

Les ouvriers continentaux supportent difficilement le climat de l'île pendant l'été; un grand nombre d'entre eux rentrent dans leurs foyers vers le 20 juin et retournent en Sardaigne vers la fin de septembre. Généralement, les mêmes individus reviennent pendant plusieurs années consécutives sur les mêmes chantiers. Les bons ouvriers, lorsqu'ils sont sobres et économes,

ce qui se rencontre d'ailleurs assez fréquemment, réalisent, pendant les huit à neuf mois que dure la campagne active, un bénéfice net qui varie entre 450 et 550 francs.

Pour venir en aide aux ouvriers malades et leur procurer teus les soins réclamés par leur état, il a été institué une caisse de secours alimentée par une retenue ou prélèvement de 4 p. 100 sur les salaires.

Cette caisse pourvoit encore à quelques frais de voyage d'ouvriers malades ou en convalescence qui désirent quitter la mine, et fournit des secours à quelques familles.

Les ouvriers malades étaient antérieurement dirigés sur Iglésias, où dans un local affecté à cet effet ils étaient traités avec soin. Mais l'éloignement de cette ville, le mauvais état des voies de communication, et surtout l'invasion du choléra en 1867, donnèrent l'idée d'établir à Buggera un hôpital exclusivement consacré aux ouvriers de la mine; il fut ouvert le 1er août 1868. Établi dans les meilleures conditions hygiéniques et salubres, il se compose de chambres affectées au service des malades, à la pharmacie et au logement du docteur-médecin qui le dirige.

La salle affectée aux malades contient seize lits, mais placés à une distance telle les uns des autres que ce nombre peut être augmenté suivant l'urgence et les besoins du service.

Une chambre est exclusivement réservée pour les caporaux malades.

Tous les lits sont en fer, fixés, et garnis d'une bonne literie.

Le service médical est confié à un médecin-chirurgien, uniquement et spécialement attaché à l'hôpital; il a sous ses ordres un infirmier et une infirmière.

Des registres déposés à l'hôpital reçoivent tous les renseignements concernant les malades admis; d'autres sont affectés au mouvement des vivres et des médicaments consommés tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de l'hôpital.

La dépense moyenne pour les malades, par tête et par jour, est de 3 fr. 50.

Le nombre des malades admis du 1er août au 31 décembre 1868 a été de 130.

La Société de Malfidano consomme annuellement, pour la calcination des calamines et pour les services divers, une quantité totale de 2,300 tonnes de combustible, parmi lesquelles 850 tonnes de charbon de terre et 1,450 tonnes de charbon de bois. Le charbon de terre provient de Cardiff ou de Swansea, en Angleterre; son prix de revient à Buggera est de 39 fr. la tonne.

Le charbon de bois est pris en Sardaigne.

Bien que les mines de Malfidano soient situées dans une des parties de la Sardaigne qui ont produit et exporté des quantités considérables de charbon de bois, elles ne peuvent plus aujourd'hui s'approvisionner de ce combustible sur les lieux mêmes d'exploitation, par suite du déboisement auquel a été soumis le Salto di Gessa depuis quelques années.

La Société fait venir actuellement des charbons de bois de Boza, situé sur la côte occidentale de la Sardaigne, à environ 100 kilomètres au nord de Buggera. Ces charbons, rendus à la mine, coûtent 59 fr. la tonne.

La Société fait également venir de l'étranger les bois de construction et même les bois qui servent à former les cadres des galeries et des puits.

Ces derniers sont tirés de Corse et de Bayonne et coûtent, rendus à Buggera, 50 fr. le mètre cube. Les bois de construction proviennent en grande partie de Suède, de Trieste et de Livourne ; les prix varient suivant les qualités et les dimensions; les bois de sapin coûtent de 70 à 80 fr. le mètre cube, et les bois durs de 110 à 125 fr.

Dans l'année 1868 il a été dépensé dans les mines de Malfidano une somme de 24,600 fr. pour acquisition de bois.

Les travaux entrepris au commencement de l'année 1866 ont été poursuivis sans interruption jusqu'à ce jour et sur une échelle considérable.

---

# MINES DE CABITZA ET DE MONTE-SCORA

A Monte-Scora, la Société de Malfidano a ouvert quatre galeries principales qui forment une longueur totale de 261$^{m}$,50; dans ces galeries, il a été pris des traverses au nombre de sept, qui atteignent ensemble une longueur de 173$^{m}$,50.

Ce sont donc 435 mètres de travaux souterrains qui ont été exécutés à Monte-Scora et qui n'ont encore donné aucune production minérale.

La surface des permis de Monte-Scora est parsemée de travaux anciens, qui avaient fait espérer la découverte de quelque gisement plombifère. Cependant jusqu'à ce jour il n'a pas été rencontré de minerai en quantité exploitable; quelques affleurements de calamine se montrent sur divers points et semblent indiquer des filons d'une certaine importance.

La Société se propose de continuer les travaux de recherches, pendant la prochaine campagne, avec non moins d'activité que par le passé.

A Cabitza, un puits dans la section est, de 4 mètres sur 2, a été foncé à la profondeur de 70 mètres; ce puits est boisé sur toute sa hauteur; il est divisé en trois compartiments : deux pour les bennes et un pour les échelles de descente; les déblais sont enlevés au moyen d'un manége à chevaux.

De la base de ce puits partent deux galeries dans des directions opposées, l'une vers le N.-E., l'autre vers le S.-O. La première a 198 mètres de longueur et la deuxième 167$^{m}$,60; les diverses traverses ouvertes dans ces galeries atteignent une longueur totale de 102$^{m}$,10.

La galerie N.-E. a recoupé plusieurs filons plombifères se dirigeant à peu près N. S., dont l'épaisseur varie entre $0^m,25$ et $1^m,80$. Dans la galerie S.-O. il a été seulement rencontré de $0^m,45$ de puissance.

Sur d'autres points de cette mine on a ouvert la galerie San-Paola, qui atteint aujourd'hui $76^m,50$ de longueur, et la galerie Graziella, qui mesure $56^m,20$; celle-ci est le point de départ de six traverses formant ensemble un développement de $61^m,50$.

Un puits foncé à proximité de la galerie Graziella, d'une profondeur de 14 mètres, a permis de constater l'existence d'un filon de galène qui avait été reconnu dans la galerie Graziella et qui ne mesure pas moins de $1^m,10$ de puissance.

Les minerais de Cabitza sont des galènes, des carbonates de plomb et des terres plombifères.

Les galènes contiennent 66,50 p. 100 de plomb et 25 grammes d'argent par tonne de minerai.

Les carbonates contiennent 64,67 p. 100 de plomb et 20 grammes d'argent.

Les terres contiennent 54,30 p. 100 de plomb et 14 grammes d'argent.

Les résultats obtenus à Cabitza ont déterminé la Société de Malfidano à demander à l'autorité administrative la déclaration de découverte de cette mine.

Les travaux d'avenir projetés pour la mine de Cabitza, et qui seront mis en cours d'exécution au commencement de cet automne, consisteront principalement dans le fonçage du grand puits, que l'on poursuivra jusqu'à 120 ou 150 mètres de profondeur. A ce niveau on ouvrira un réseau de galeries à peu près parallèle à celui qui existe à l'étage de 70 mètres, dans le but de recouper à un niveau inférieur les filons qui ont été déjà rencontrés au niveau de 70 mètres. »

Nous reviendrons prochainement sur les mines si riches et si importantes de l'île de Sardaigne.

---

# CANONS ET MITRAILLEUSES

---

## CANON DE 7

(MODÈLE REFFYE).

### I

Le canon de 7, type nouvellement employé par l'artillerie française, est une pièce de campagne dont le poids dépasse peu celui du 12 rayé : il se charge par la culasse, et peut lancer à 5,000 mètres un projectile creux de 7 kilogrammes.

Cette pièce réunit la mobilité des canons de campagne à la justesse et la portée des pièces de siége de moyen calibre. Par ces qualités, le canon de 7 doit donc apporter une solution pratique aux problèmes posés par le perfectionnement des armes portatives, et obtenir, vis-à-vis des pièces étrangères, sinon une supériorité marquée, au moins une égalité reconnue.

La détermination et l'exécution d'un canon répondant aux besoins nouveaux étaient entourées de difficultés déjà considérables en pleine paix, à plus forte raison pendant la guerre de 1870.

De longues études et de nombreuses expériences antérieures avaient permis au colonel de Reffye de rassembler toutes les données de construction et de chargement. Malgré la précipi-

tation avec laquelle furent évacués les ateliers de Meudon, on avait cependant pensé à emporter un des deux canons de 12 transformés en canons de 7 et qui avaient déjà pu être expérimentés à Versailles.

La pièce restée à Paris a servi de modèle à la nouvelle artillerie, qui s'est déjà montrée avec avantage. Le canon emporté hors des murs de la capitale a été d'un grand secours pour faire les expériences de projectiles et de chargement et reconstituer les dessins, à l'aide desquels on a pu mettre à exécution la circulaire qui déclarait le canon de 7, modèle Reffye, pièce réglementaire pour l'artillerie française.

Ainsi s'est accomplie dans le matériel de cette arme la modification acceptée depuis si longtemps pour les armées étrangères.

Le canon de 7 réglementaire est en bronze. Quelques constructeurs, MM. Petin et Gaudet, de Rive-de-Gier, et Martin de Sireuil, ont préféré l'établir en acier, et ont fait sous leur responsabilité les modifications que ce changement de métal pouvait apporter aux conditions de la pièce déterminée par M. de Reffye pour le bronze et non pour l'acier.

Ce n'est pas qu'on ne puisse faire en acier des canons parfaits : il existe des pièces de ce métal qui ont donné d'excellents résultats; mais pendant une guerre on ne peut se livrer aux études métallurgiques nécessaires à la substitution d'un métal à l'autre.

Nous n'avons en France que deux ou trois établissements connaissant assez bien le traitement de l'acier en grandes masses pour oser entreprendre la fabrication des pièces de ce métal, tandis que les usines pouvant fondre et travailler le bronze sont nombreuses.

Cependant, en conservant le bronze comme métal réglementaire, M. de Reffye a donné aux constructeurs qui préféraient

l'acier, toutes les indications nécessaires, — et plusieurs canons de cette nature ont été déjà fabriqués à Rive-de-Gier.

L'expérience seule peut montrer lequel des deux métaux rendra les plus grands services. Nous ne nous étendrons donc pas sur des mérites ou des défauts qui vont être mis à l'épreuve.

Nous ne discuterons pas davantage les différentes modifications du bronze qui ont été proposées dans ces derniers temps, comme le bronze d'aluminium, le métal sterro du baron Bosthorn, le bronze de M. Ames, et enfin le bronze phosphoreux de MM. Montefiore et Kunzel. M. de Reffye n'ayant pas le temps d'étudier tous ces alliages, dont les résultats ne sont pas confirmés par une longue pratique, a adopté la composition en usage dans l'artillerie française, 100 de cuivre et 11 d'étain.

Mais si le métal est resté le même, les dispositions de la pièce sont bien différentes de celles adoptées jusqu'à ce jour; elles ont été combinées pour produire une arme d'une justesse beaucoup plus facile à obtenir que par les armes encore en usage.

Une arme est dite *juste* lorsque, étant placée dans des conditions identiques, elle donne, suivant l'étendue de sa portée, des résultats si peu dissemblables qu'on peut les considérer comme constants. Cette constance d'effets peut être obtenue, toutes choses égales d'ailleurs, avec les armes à trajectoire tendue plus facilement qu'au moyen de celles dont le projectile décrit une courbe à flèche très-élevée, relativement à l'étendue de la course.

En effet, si pour atteindre un objet placé à 3,000 mètres, le boulet de la pièce de 12 frappe sous un angle de 24 degrés et même davantage, il faudra que le pointeur ait calculé sa hausse assez exactement pour que le projectile arrive sans erreur, non-seulement latéralement, mais encore longitudinalement; tandis qu'avec la nouvelle pièce, à cette même distance, le

boulet joignant vers la terre, sous un angle de 13,17 degrés seulement, n'a besoin que d'une exactitude latérale pour atteindre le but, à moins que ce dernier ne soit en contre-bas du sol.

Et comme en vertu de la vitesse acquise, les éclats du projectile continuent leur mouvement dans la même direction, après éclatement, les chances d'atteindre le but sont bien plus nombreuses qu'avec un obus tombant presque perpendiculairement sur le sol. Il est, de plus, évident que toute arme à trajectoire tendue est moins accessible aux causes de dérivation.

A de moindres distances, la trajectoire de l'obus lancé par le canon de 7 est si tendue, qu'à 2,500 mètres, l'angle de chute n'est que de 9 degrés, tandis que celui de l'obus de 12 est de 17,20.

Le canon de 7 a donc été calculé de telle sorte que son projectile suive une trajectoire aussi tendue que possible.

Les trois modifications fondamentales qui ont amené ce résultat sont :

1° La suppression du vent;

2° Le forcement complet et constant du projectile;

3° La disposition allongée de la charge relativement à son poids de poudre comprimée. Et comme conséquence le chargement par la culasse et le logement de la charge dans une cartouche à douille métallique.

Ce mode de chargement n'est pas beaucoup plus rapide que le chargement par la bouche; mais avec ce dernier il est impossible d'avoir facilement un forcement absolu et surtout progressif du canon dans l'âme.

Les rayures du canon de 7 sont nombreuses, pour agir avec plus de régularité sur toute la surface du plomb qui enveloppe l'obus. Le forcement est progressif, afin que le plomb, cédant sous l'action de ce forcement, ne puisse échapper à la pression qui l'accompagne jusqu'à la sortie de l'âme.

La disposition allongée de la charge, eu égard à son poids, a été déterminée par de nombreuses expériences, de manière à obtenir sur le projectile une propulsion intense et progressive sans cependant mettre en danger de rupture ou de déformation les parois du tonnerre.

## II

Le canon de 7 est fondu plein en bronze, de 100 de cuivre et 11 d'étain, le tonnerre en bas, sans masselotte au fond.

On laisse au-dessus du bourrelet de la volée une masselotte qui varie de 80 à 85 centimètres, et qui est enlevée avant tout autre travail.

Le poids de la masse totale venue de fonte est en moyenne de 1,010 kilogrammes et est réduit à environ 860 après décapitation.

De 860 kilogrammes, le bronze sera réduit à 600 kilogrammes, lorsque les alésages, tournages et autres opérations successives auront amené la pièce jusque sur l'affût.

Le premier perçage dure environ vingt-deux heures et donne à l'âme un diamètre de 76 millimètres. La seconde passe dure quinze heures et augmente le diamètre jusqu'à 83. La troisième passe et dernier alésage, aussi de quinze heures, donne la vraie dimension de 85 millimètres.

La rayure prend environ douze heures. Le tournage extérieur du tonnerre et de la volée demande en moyenne cinq jours; celui des tourillons, quatorze heures; le rabotage du renfort, six heures; l'alésage de la chambre au diamètre de 92 millimètres, huit heures.

L'âme est polie avec un rodoir en plomb.

Il arrive quelquefois, aux premiers essais de tir, que l'action

des gaz de la poudre décomposant le bronze de la paroi de la chambre, y creuse de petites érosions qui augmenteraient par la suite et la rendraient impropre au service.

Pour obvier à cet inconvénient, le colonel de Reffye a disposé un manchon pris dans un tube étiré à froid de laiton écroui, dont la composition est plus fixe que celle du bronze et qui doit être placé dans l'âme sur une longueur de 313$^{mm}$. L'épaisseur des parois de ce manchon conique varie de 6 à 11 millimètres.

La pose du manchon dans son logement est analogue à celle du frettage dans les canons de marine. On chauffe extérieurement le tonnerre de la pièce placée le fût en bas, et l'on enfonce le manchon dans l'espace rendu libre par la dilatation.

Lorsque le bronze se refroidit, il serre le manchon de laiton assez solidement pour qu'il fasse en quelque sorte corps avec la pièce.

Si le bronze se comporte bien aux essais, ce frettage intérieur est inutile.

La longueur totale de la pièce est de 2 mètres 52 millimètres, ainsi répartie à l'extérieur :

*Le bourrelet*, de la tranche de la bouche à l'astragale, 212 millimètres.

*L'astragale*, 16 millimètres.

*Le fût*, 827 millimètres.

*La base* du fût, 40 millimètres.

*Le renfort* porte-tourillons, 210 millimètres.

*Le tonnerre*, partie évidée, 187 millimètres.

*Le tonnerre*, partie cylindrique, 472 millimètres.

*La plate-bande de culasse*, 48 millimètres.

L'intérieur comprend l'*âme* rayée de quatorze rayures au pas de 1 mètre 85 centimètres.

Sa longueur est de 1 mètre 340 millimètres.

Le diamètre est de 85 millimètres.

*La chambre*, divisée en deux parties : l'antérieure de 280 millimètres de long sur 89 millimètres de large, où se pose le boulet; l'autre de 216 sur 92 millimètres, qui reçoit la cartouche et qui s'évase jusqu'à 100 pour recevoir le bourrelet du culot de la cartouche.

L'ouverture s'évase encore davantage sur une longueur de 90 millimètres, pour loger l'appareil de fermeture, et prend une largeur d'abord de 135 millimètres, pour loger le godet de la vis de la culasse, puis de 156 millimètres, pour loger les filets, qui seront reçus par cinq vides d'écrou pratiqués dans le bronze.

Cette largeur augmente encore pour recevoir le support de la vis et croît de 193 à 213, étendue de l'ouverture à la tranche de l'arrière.

Telle est la pièce de bronze lorsqu'on y joint *le système de fermeture* de culasse.

Le système de fermeture de culasse se compose de deux parties principales, toutes deux en acier : *La vis de culasse* et son support.

*La vis de culasse*, prise dans un bloc d'acier doux de 40 kilogrammes, est longue de 150 millimètres et porte à sa circonférence six filets interrompus.

La fermeture des canons par une vis interrompue, proposée par Castmann en 1854 et soutenue par Treuille de Beaulieu, a été adoptée par les constructeurs de l'artillerie de marine française. Elle est en service et donne d'excellents résultats. On peut lui reprocher d'exiger trois temps pour l'ouverture et trois pour la fermeture, tandis que celles de Krupp et d'Armstrong s'exécutent en deux temps d'ouverture et deux de fermeture.

La vis de marine porte 14 filets.

La vis du canon de 7 n'a que six filets, qui suffisent parfaite-

ment pour assurer la solidité de la fermeture, grâce à l'étendue de leur surface.

Dans le canon de marine, la vis étant longue et l'écrou profond, la solidité a été cherchée dans le nombre des filets, pour multiplier les surfaces de résistance à l'effort des gaz, qui tendent à rejeter la culasse à l'arrière, comme ils tendent à projeter le boulet en avant.

Dans le canon de 7, comme la vis de la culasse est large comparativement au diamètre de l'âme, et comme, pour plusieurs causes facilement compréhensibles, il était désirable de ne pas allonger l'arrière du tonnerre, on a réduit, autant que possible, la longueur de la vis de culasse et de son logement, et l'on a cherché la résistance dans l'étendue des filets et la profondeur des vides de l'écrou.

Si les dimensions de l'arrière du tonnerre, par rapport au diamètre de l'axe, avaient été telles que l'étendue et la hauteur d'un seul filet opposées à la profondeur d'un seul vide d'écrou, aient pu présenter une surface suffisante pour résister à la pression des gaz, on aurait pu se contenter d'un seul filet.

Mais, avec la forme du canon, la fermeture a été combinée dans les meilleures conditions, pour ne pas augmenter la longueur et le poids de la pièce.

Aux premiers coups, un peu de mattage se montre quelquefois dans les filets, une légère déformation se produit à l'extrémité du dernier filet; mais, une fois la pièce réglée par quelques coups de lime, la fermeture joue avec une facilité extrême. Nous avons suivi les premiers essais de ces pièces, et l'une d'entre elles, tirée plus de cent fois, ne présentait dans son système aucune trace d'altération.

La face antérieure de la vis de culasse porte un godet profond de quelques millimètres pour embrasser l'arrière du culot de la cartouche métallique; il porte trois stries en hélice dans

lesquelles s'enfonce profondément le rebord bourreleté du culot, qui s'y moule en quelque sorte. — En ouvrant le volet et en tirant la culasse mobile au dehors, ces stries qui retiennent le culot attirent avec elles la douille.

Dans ce mouvement, la douille, venant frapper par son extrémité antérieure l'ouverture postérieure de la culasse, tombe d'elle-même aux pieds des servants.



Si le culot s'attachait trop profondément aux stries du godet, on n'a, pour le détacher, qu'à le tourner dans le sens de l'hélice que dessinent les stries, et le culot se détache facilement.

Au centre du godet s'ouvre le *trou de lumière,* par lequel la flamme de l'étoupille pénètre dans le centre de la gargousse.

Pour manœuvrer la culasse mobile, on se sert d'une forte *manivelle* qui fait tourner la vis et engage ses filets dans ceux de l'écrou ménagé à l'arrière de la chambre. Le mouvement inverse les dégage.

Si l'on veut ouvrir l'appareil de fermeture, on saisit une poignée de bronze fixée à l'arrière au milieu du cylindre d'acier qui constitue la culasse mobile et dite *poignée de culasse.* En attirant fortement à soi cette poignée, la vis, dont les sections lisses se trouvent en face des sections tronquées de l'écrou, glisse au dehors.

Elle reste fixée dans son support ou *volet,* pièce annulaire en acier. Ce volet tourne autour d'un pivot qui l'unit avec l'arrière du tonnerre.

Un *verrou* de sûreté, maintenu par un ressort, fixe le volet à l'arrière du tonnerre, et doit être ouvert pour que le support et la vis puissent être attirés en avant.

Cette fermeture, très-simple et d'une sécurité absolue lorsqu'elle est bien construite, fonctionne parfaitement; nous l'avons manœuvrée nous-même bien des fois, sans éprouver aucune difficulté.

Il est cependant nécessaire qu'elle soit bien réglée, qu'il ne

TYP. H. PLON. 188

reste aucune bavure dans les filets, et qu'on obvie dans les coups d'essai aux effets du premier mattage.

## MUNITIONS DU CANON REFFYE.

On n'a pu, comme pour les fusils se chargeant par la culasse, composer la charge du canon en une seule cartouche contenant la poudre et le projectile, la longueur de l'obus et de la gargousse ne le permettant pas.

Elle est en deux parties :

*La gargousse.*

*L'obus.*

*La gargousse* du canon de 7 est composée d'une charge de poudre comprimée pesant 1,200 grammes, renfermée dans une enveloppe métallique rigide.

L'enveloppe de la charge n'est pas, comme l'ancien sac de serge, un simple récipient, c'est aussi un *obturateur.*

L'obturation absolue est nécessaire pour les canons se chargeant par la culasse. Les gaz de la charge ont une force telle, que le moindre passage est bientôt agrandi et l'arme rapidement hors de service.

La rigidité de l'enveloppe de gargousse du canon de 7 présente encore cet avantage précieux de favoriser l'emploi de la poudre comprimée en rondelles qui seraient brisées dans une enveloppe moins résistante : dans la gargousse métallique, ces rondelles conservent jusque pendant le tir la forme et la disposition calculées pour obtenir la meilleure utilisation de la force expansive des gaz de la charge.

Cette enveloppe est suffisamment imperméable pour préserver la poudre contre l'humidité et même la pluie dans le trajet entre le caisson et la pièce pendant la charge.

Trois parties principales constituent la douille ou enveloppe de la gargousse :

Le corps de douille.

Le cylindre ou morceau.

Le culot.

Au culot se joint l'appareil obturateur du trou de lumière, composé de :

La cuvette;

La paillette.

*Le corps de douille* est formé d'une feuille de zinc ou tôle à 271 millimètres de développement pour 3/10 d'épaisseur. On la cintre sur un mandrin de telle sorte que les deux bords latéraux de la feuille métallique arrivent à se toucher sans se recouvrir.

Autour du métal ainsi cintré on enroule une feuille d'un papier résistant mais pelucheux, pour bien prendre une colle très-adhésive. Lorsqu'en roulant le papier, on est arrivé en face de la commissure formée par les deux lèvres de la feuille métallique, par-dessus la feuille de papier on applique un *couvre-joint*, zinc ou tôle, suivant le métal adopté (50 millimètres de largeur).

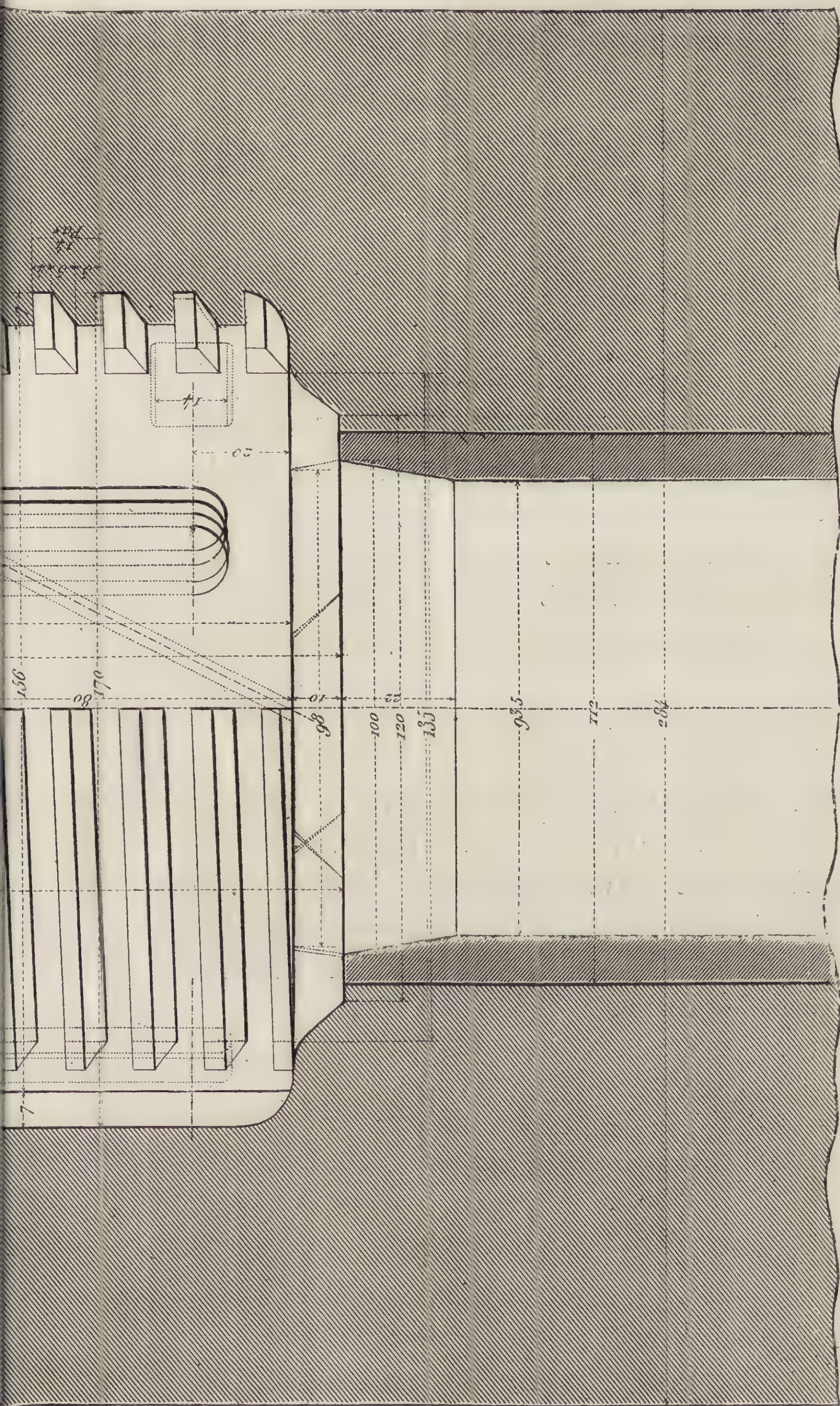
Le couvre-joint étant placé, on continue l'enroulement et le collage du papier.

On porte le corps de douille ainsi formé dans des séchoirs; quand il est bien sec, on le passe dans un tour à lisser pour le mettre bien au calibre, et l'on colle la feuille de couverture. Cette dernière est en papier collé dans la pâte d'un grain plus serré et plus facilement polissable.

Après un second séchage, on passe de nouveau le corps de douille dans le tour à lisser, jusqu'à ce qu'il soit devenu parfaitement cylindrique, poli et comme bruni.

Dans le même atelier où se font les roulages des corps de

CULASSE ET APPAREIL DE




E DU CANON REFFYE DE 7.

douille, on roule aussi les *cylindres* ou *morceaux* de papier roulé et collé dans lesquels on découpe des rondelles, dont le rôle est de servir comme un coin entre le corps de douille et le culot, pour les maintenir assemblés.

Chacun des cylindres est composé de trente-cinq feuilles de papier roulé. — Chaque feuille mesure $0^m,33$, sur $0^m,60$.

*Culots.* — Le culot est une coupe formée par l'emboutissage d'une rondelle en laiton de 9/10 de millimètres d'épaisseur.

Un premier passage entre la matrice et le poinçon d'un balancier mène cette rondelle de 150 millimètres à 128,5 de diamètre de fond.

Une seconde passe de 128,5 à 109.

Une troisième passe de 109 à 91,5.

Un recuit de trois minutes au rouge cerise sépare chaque passe.

Pour répondre à son but, il ne faut pas que le culot reste tronconique, l'ouverture du cône étant dans le même sens que l'ouverture de la coupe, il faut au contraire qu'il soit étranglé à son ouverture et légèrement renflé dans ses parois. On obtient cet effet en l'emboutissant dans un balancier à bourreleter. Le poinçon est terminé par une rondelle en caoutchouc vulcanisé, qui, en se dilatant latéralement sous la pression verticale, moule le laiton sur la matrice.

Le culot porte alors 92 millimètres de diamètre à sa partie la plus étroite, et 98 à l'endroit le plus renflé du bourrelet.

En le présentant à un tour à couper, on met à leurs vraies grandeur et dimension les bords de l'ouverture du culot. Avant cette opération, on a eu soin, par trois passes au balancier, d'imprimer au centre du culot une dépression de $24^{mm}$ sur 10, devant servir à loger l'appareil obturateur du trou de lumière. — Un recuit a séparé chaque passe.

Au centre de ce logement, on perce, sur un tour, un trou pour le rivage de la paillette.

A l'intersection du fond et de la paroi latérale du même loge-

ment, on perce six trous par lesquels la flamme de l'étoupille devra pénétrer dans la cavité de la douille.

Après l'assemblage, que nous décrirons plus loin, le culot étant percé au centre et au bord intérieur du logement de l'obturateur, on le remettra sur un autre tour où il est percé de quatre trous en croix à 22 millimètres du centre. Par ces trous passeront les rivets devant assujettir l'extrémité repliée de la feuille de zinc avec le fond du culot.

*L'assemblage* se compose de deux opérations :

*Le montage*, qui consiste à réunir à la main le culot, le cylindre et le corps de douille, dont le bord inférieur découpé à la cisaille à main est replié, jusqu'à ce qu'il rencontre la saillie formée à l'intérieur par le logement de l'appareil obturateur.

*Le frappage*, qui se fait au balancier et force le cylindre de papier roulé à faire sur la feuille de zinc recourbée une pression extrêmement énergique qui assure l'effet des rivets.

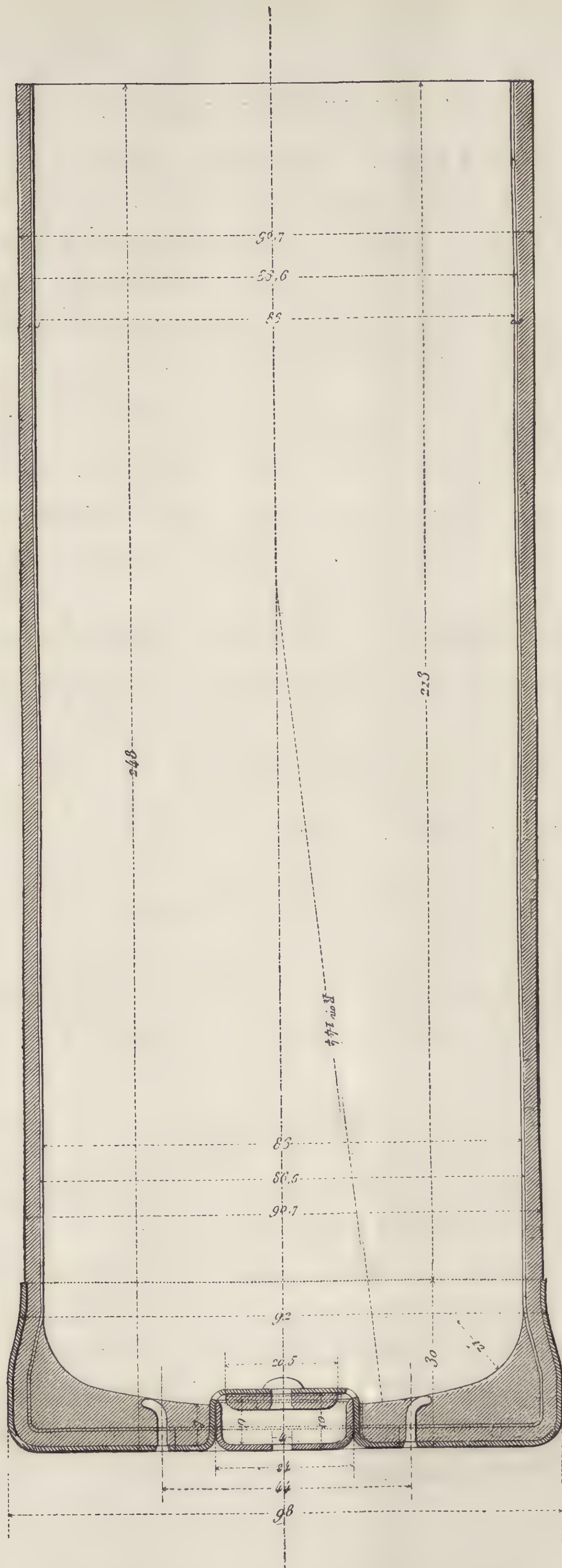
Comme après le frappage des fragments de papier, se détachant sous la pression, viennent boucher les trous de lumière percés au fond du logement de l'appareil obturateur, il est nécessaire de les enlever au moyen d'une fraise.

L'appareil obturateur du trou de lumière se compose :

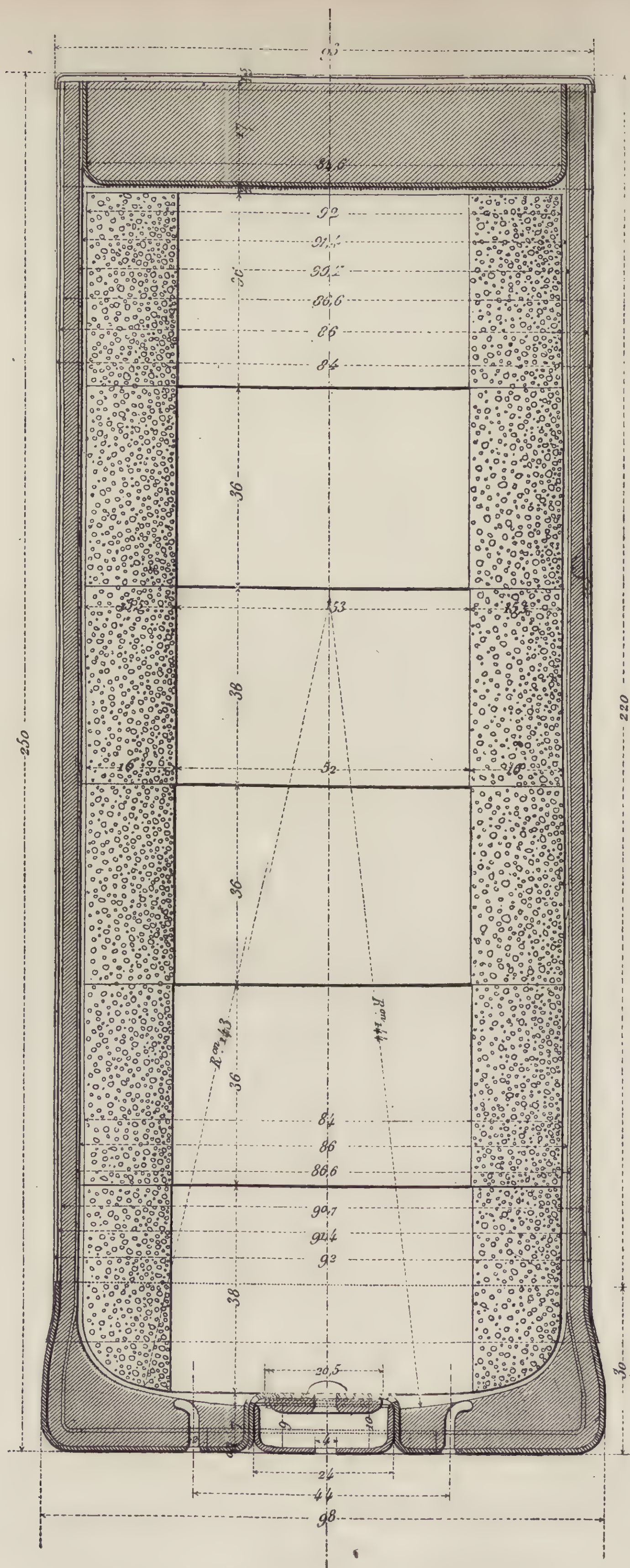
D'une *cuvette* emboutie au balancier dans une rondelle de laiton convertie en cupule de $24^{mm}$ sur 9, et percée à son centre du trou de lumière correspondant à l'arrivée du canal de l'étoupille.

Et d'une *paillette*, rondelle de laiton de $3^{mm}$ d'épaisseur rivée au centre du logement de l'obturateur du trou de lumière, et chanfreinée sur les bords de manière à ne pas obturer les trous latéraux percés dans le fond de ce logement.

Voici comment cet appareil fonctionne : quand la flamme de l'étoupille, passant par les trous latéraux, a gagné la poudre, les gaz récurrents aplatissent le logement, qui entraîne avec lui la paillette, et le tout vient solidement s'appliquer sur le trou de lumière, et s'opposer à la sortie des gaz par une épaisseur de laiton de cinq millimètres.



Enveloppe métallique de la gargousse du canon Reffye de 7.



Gargousse garnie de sa charge et de la rondelle de graisse.

La pose de ces deux pièces se fait en partie à la main, en partie au balancier.

La *charge* se compose de 6 grains de poudre comprimée en rondelles de 84$^{mm}$ de diamètre, percées d'un trou de 52$^{mm}$. L'épaisseur de la rondelle est de 36.

La compression se fait au moyen de balanciers extrêmement puissants, et pour être effective a besoin d'être poussée à fond avec temps d'arrêt, ce qui nécessite l'emploi d'un autre balancier moins fort pour le démoulage.

Le sixième grain est légèrement convexe à sa partie inférieure pour se mouler sur le *morceau* embouti et forcé par le frappage.

Le *chargement* s'opère en roulant les grains dans une feuille de papier à cartouche chassepot, et en mettant dans la douille le cylindre ainsi formé.

On place sur les grains un culot en carton embouti que l'on remplit de graisse après l'avoir bourré d'une mèche de filasse enroulée. On recouvre l'ouverture avec une toile, et l'on place une ligature en ruban mince pour retenir le culot de carton. On passe dans un tour à sertir l'extrémité ouverte de la gargousse, et, après avoir rempli de poudre à mousquet l'obturateur du trou de lumière, et collé sur ce trou un petit carré de toile auquel on laisse un coin libre, il n'y a plus qu'à ranger les gargousses dans les caisses blanches.

On a fait contre les gargousses métalliques des objections que M. le lieutenant-colonel de Reffye a réfutées dans une brochure. Nous la reproduisons presque en entier, car elle renferme en quelques pages toute la théorie de l'artillerie créée par lui.

Ces objections portaient principalement sur le prix et la difficulté de fabrication des gargousses.

« La gargousse, dit M. de Reffye, nous revenait à Nantes, toute chargée, à 2 fr. (la valeur de la poudre non comprise). Mais j'avais été obligé d'installer une fabrication où tous les

travaux se faisaient à main d'homme, n'ayant pas eu le temps de construire des machines automotrices.

» Toutefois, je m'étais préoccupé de construire un nouvel outillage, dont quelques machines étaient en cours d'exécution et d'autres en mesure de fonctionner, lorsque je reçus l'ordre de suspendre mes travaux.

» Cet outillage permettait de faire la gargousse au prix de 1 fr. 10 remplie, sans compter le prix de la poudre.

» Le prix du sachet de serge pour le 12 rayé rempli, non compris le prix de la poudre, est de 85 cent., d'après l'inventaire de l'artillerie. Il serait, pour le sachet convenable au 7, d'un prix probablement plus élevé, puisque la charge est plus volumineuse. Il y aurait donc un écart de moins de 25 cent. entre ces prix.

» L'approvisionnement d'une batterie de 7, avec trois lignes de caissons, est de 1,830 coups; il coûterait 457 fr. 50 cent. de plus que le même approvisionnement en 12 de campagne.

» Admettons que la France puisse mettre en ligne cent batteries de 7 de réserve, le premier approvisionnement comporterait 183,000 gargousses, et on aurait dépensé 45,750 fr. de plus que si l'on avait employé de la poudre en sachet.

» S'il est vrai, comme je l'affirme, que la justesse, la tension de trajectoire du canon de 7 ne proviennent que de l'emploi de la gargousse et de la poudre comprimée; s'il est vrai qu'avec la poudre en sachet on ne puisse arriver, tout étant égal, d'ailleurs, à créer une artillerie d'égale puissance, et que, pour arriver à des résultats équivalents, il faille plus de fonte, plus de poudre, plus de poids à traîner, n'est-il pas évident que cette dépense, au lieu d'être un déboursé onéreux, devient la source d'une économie?

» Notre atelier de Nantes faisait, avec les moyens imparfaits de fabrication que nous avions, deux mille gargousses par jour; avec le nouvel outillage, je me fais fort de porter le rendement d'un établissement semblable à 10,000 gargousses par jour.

» A part une dizaine d'ouvriers spéciaux pour l'entretien des outils et le recuit des culots, tout le personnel des ateliers se composait de femmes et d'hommes embauchés au hasard. On ne peut donc considérer cette fabrication ni comme longue ni comme difficile.

» L'outillage pour faire la gargousse et comprimer la poudre n'est d'ailleurs que la reproduction, à une plus grande échelle, de l'outillage que nous avons créé pour construire et charger les cartouches des canons à balles.

CA

» Dans les premiers temps de l'invention de ces dernières cartouches, nous avions été obligés de fabriquer à la main. Puis, quand à l'aide de nouvelles machines nous avons pu substituer la courroie au bras de l'homme, le rendement s'est décuplé [1].

» Je suppose que l'on dise à un mécanicien : Faites-moi immédiatement mille épingles sur tel modèle.

» Le mécanicien qui, dans ces conditions, ne pourra établir des machines spéciales, sera obligé de faire faire ces épingles à la main. Elles coûteront un franc pièce, et on mettra quinze jours à les faire.

[1] « Nos ateliers de Nantes confectionnaient 75,000 cartouches de canon à balles par jour. »

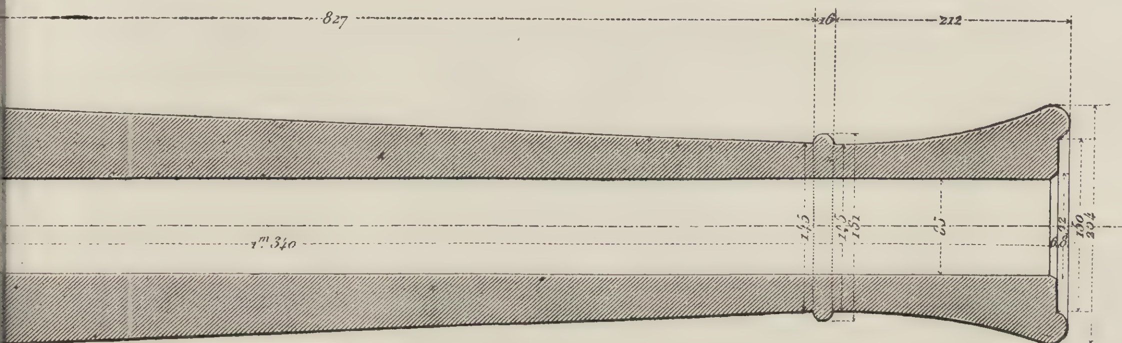
» Sera-t-on en droit de lui dire :

» La fabrication des épingles est coûteuse et très-difficile : il faut renoncer aux épingles? — Le mécanicien répondra, non sans raison :

» Si vous m'aviez donné six mois, j'aurais fait une machine qui aurait pu être conduite par le premier manœuvre venu, et qui eût fait cent mille épingles par jour à dix centimes le cent.

» Tel est absolument le cas où je me trouve placé.

» Le reproche fait aux gargousses d'être coûteuses, longues




E 7.

et difficiles à faire, provient de ce que l'on juge sur une fabrication toute provisoire, sans nous avoir laissé ni le temps ni le moyen d'établir une fabrication mécanique, et sans avoir pris en considération les observations que j'avais cru devoir présenter à ce sujet.

» Je ne vois pas pourquoi la nécessité d'avoir un outillage spécial entraîne celle d'avoir de grands approvisionnements.

» Est-ce que l'on n'a pas un outillage pour la cartouche 1866, pour le fusil, pour les projectiles, pour les canons?

» Dans l'industrie, ne fait-on pas des outillages spéciaux dès que l'on veut arriver rapidement et à peu de frais à la production d'un objet?

» Je ne comprends pas quelles sont les difficultés que l'on peut trouver à faire des approvisionnements de gargousses.

» Des étuis en cuivre et en tôle sont des objets bien moins destructibles que des sachets de serge qui sont mangés par les vers et laissent tamiser la poudre.

» Mais est-il besoin de grands approvisionnements?

» Voici comment, dans ma pensée, s'organiserait le service.

» Je raisonne toujours dans l'hypothèse de 100 batteries de 7.

» On créerait en France deux ateliers de gargousserie, l'un dans le Nord, l'autre dans le Midi. — Ces établissements recevraient un outillage capable de faire dix mille gargousses vides en dix heures. Ils seraient tenus de toujours avoir en magasin les matériaux nécessaires pour un approvisionnement de cent mille gargousses.

» Chaque poudrerie recevrait un outillage capable de charger huit mille gargousses par jour, ce qui pourrait se faire avec trois machines, et aurait toujours en magasin soixante mille gargousses vides.

» Chaque batterie recevrait un premier approvisionnement de 1830 coups, soit 183 caisses blanches.

» Chaque batterie consommerait pour ses écoles, chaque année, un sixième de cet approvisionnement, qui serait remplacé chaque année. Ce remplacement permettrait d'occuper dans les ateliers un petit nombre d'ouvriers spéciaux permanents, et le jour d'une guerre, pendant que les batteries se mettraient en marche, les poudreries et les gargousseries, embauchant les ouvriers nécessaires, auraient en quelques jours satisfait aux besoins des parcs.

» C'est ainsi que, grâce à la rapidité de confection que l'on obtient à l'aide d'outils spéciaux, on peut se dispenser d'encombrer ses magasins d'approvisionnements faits d'avance.

» Tous les reproches faits à la gargousse s'appliqueraient bien plus justement au projectile plombé.

» Ce projectile exige des châssis spéciaux, des fours à fondre

le plomb, le zinc, des étuves, des moules à couler le plomb, des ouvriers exercés.

» L'installation de cette fabrication est très-longue, relativement.

» Ainsi, à Nantes, quoique la fabrication des projectiles ait été installée avant celle des gargousses, quoique la maison Voruz, qui en avait l'entreprise, y ait mis toute l'activité possible, quoique nous ayons reçu en outre une partie des produits de la fabrication qui s'installait à Fourchambault, jamais nous n'avons pu arriver à produire autant de projectiles que de gargousses. Lorsque l'on a quitté Nantes, nous avions plus de trente mille douilles qui manquaient de projectiles.

» Cependant, dira-t-on que l'emploi des projectiles plombés est impraticable, après l'expérience que nous venons d'en voir faire par nos ennemis?

» Mais il a été fait à la gargousse d'autres reproches qui ne m'ont été transmis qu'indirectement.

» On a dit que la poudre comprimée ne pouvait se transporter dans les coffres, que les cylindres de poudre se brisaient, se remettaient en poussière, et produisaient ensuite dans l'âme des pressions dangereuses.

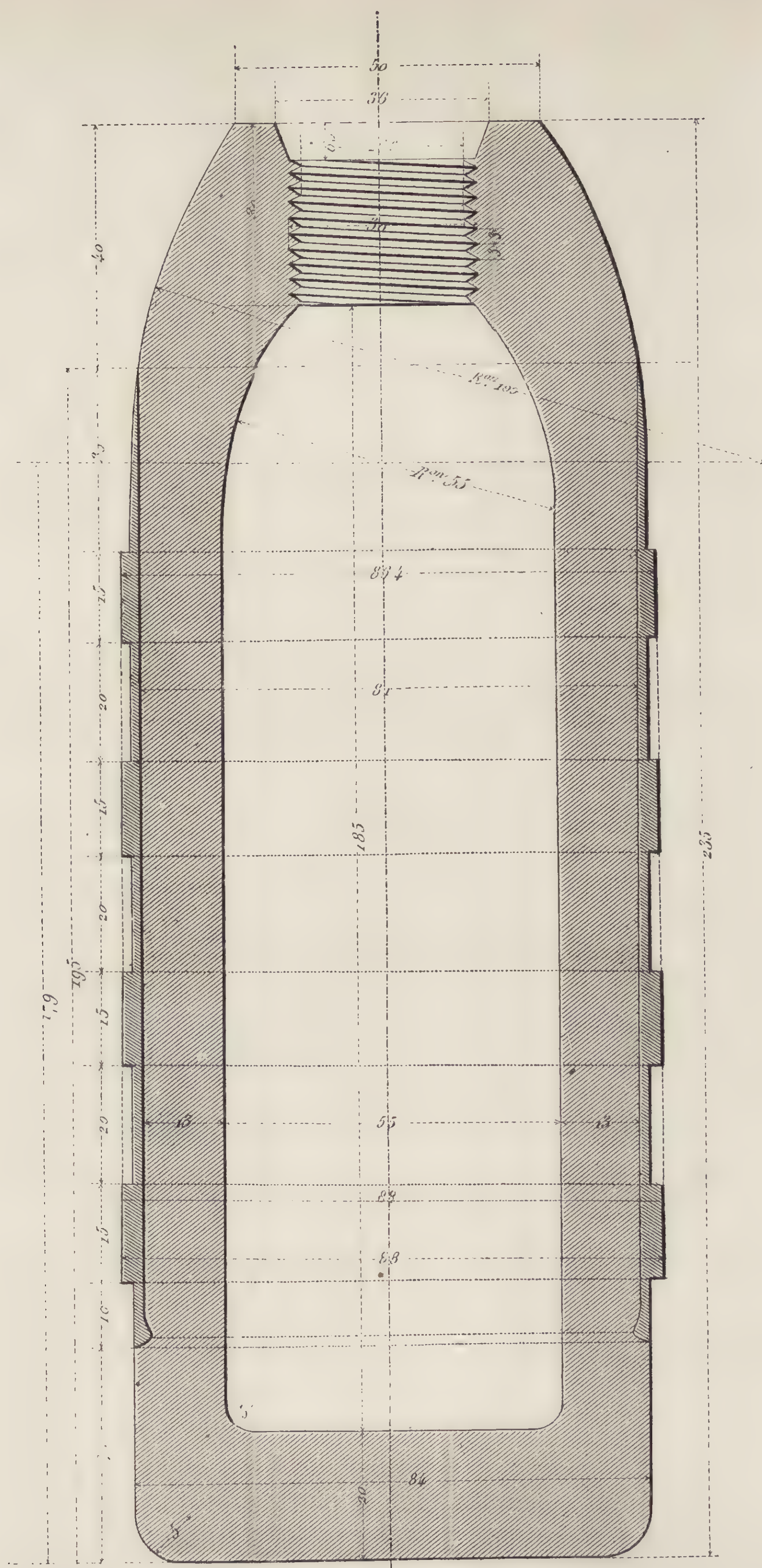
» J'ai à répondre ceci :

» 1° J'ai fait, à Paris et à Nantes, des transports réglementaires de munitions sans qu'il y fût constaté d'avaries sérieuses;

» 2° J'ai reçu, à Tarbes, quelques coffres de 7, qui faisaient partie d'une expédition de Nantes au Mans; arrivés au moment de la prise de cette ville, on les a dirigés sur Laval; de Laval ils ont été envoyés par erreur à Bourges; de Bourges, le chemin de fer les a amenés à Tarbes.

» Voilà bien des voyages, bien des cahots. Les coffres furent ouverts, l'approvisionnement avait été entamé, cependant je n'ai trouvé de rondelle brisée que dans une seule gargousse;

» 3° J'ai appris, par un officier d'artillerie qui servait dans une batterie de 7, à Versailles, que les munitions lui arrivaient




Obus du canon Reffye de 7.

Obus à sections déterminées.

du parc chargées en vrac dans les coffres, sans interposition de chiffons ou d'étoupe, ainsi que cela devait être fait.

» Eût-on fait cela pour les charges ordinaires, qui sont serrées dans leur caisse avec des soins minutieux?

» Peut-on conclure quelque chose d'un semblable mode de transport?

» 4° J'ai fait, à Meudon, briser les rondelles de quelques gargousses, je les ai tirées, et je n'ai trouvé aucune différence sensible, ni dans la vitesse initiale, ni dans les pressions.

» C'est ce que l'on pourrait encore vérifier.

» 5° M. le Directeur de la gargousserie de Toulouse m'a appris qu'il avait reçu de Viviers des gargousses chargées avec de la poudre anglaise du commerce. Cette poudre n'a pas la propriété de se comprimer par suite de l'abondance de poussière qu'elle renferme; elle donne des effets brisants. J'en avais déjà fait l'observation en refusant de m'en servir à Nantes. Ces gargousses cependant ont été envoyées à Versailles.

» Ce sont peut-être ces gargousses qui ont donné lieu aux reproches relatifs à la pulvérisation de la poudre.

» Mais, dans le cas où il serait démontré que, dans les conditions normales, les rondelles ne présentent pas assez de solidité, je crois qu'il serait facile de remédier à ce défaut.

» Il n'y a pas d'invention que la pratique n'ait perfectionnée.

» Si l'on avait repoussé de premier abord toutes celles qui, au début, paraissaient compliquées ou offraient quelques inconvénients, l'industrie serait encore à l'état rudimentaire.

» L'on se tromperait en voyant dans la gargousse un système adopté *à priori;* il est le résultat de longues études.

» On s'était proposé dans la construction du canon de 7 d'obtenir une trajectoire très-tendue, avec une grande justesse et une portée de 6 kilomètres au moins; l'emploi des gargousses ne fut que la conséquence pour ainsi dire forcée de nos expériences, pour arriver à ce résultat.

» Quelques personnes veulent y voir une complication; mais

souvent une complication apparente n'est que le résultat d'une simplification apportée sur un autre point, et qu'on n'aperçoit qu'en étudiant toutes les phases par lesquelles l'invention a passé, et les difficultés qu'on a dû vaincre.

» De nombreuses expériences ont été faites à l'étranger, et en France, à Gâvre, sur les pressions que les gaz de la poudre exercent sur les parois d'un canon.

» Des expériences analogues, que nous avons entreprises à Meudon, nous ont permis de reconnaître que la poudre en grain usitée pour les chargements par la bouche donnait, dans les chargements par la culasse, et avec le projectile forcé, des actions trop vives sur les parois de l'âme, et ne permettait pas, surtout pour les pièces en bronze, d'atteindre une vitesse initiale convenable sans dépasser la limite de l'élasticité du métal.

» L'action trop vive de la poudre en grain ne permet pas non plus au projectile de prendre la rayure quand celle-ci a le pas rapide nécessaire pour assurer la justesse.

» On a donc cherché à modifier l'action de la poudre par la compression (problème bien plus simple que de chercher une nouvelle poudre), afin de produire un effet moins brisant sur les parois de la pièce, et une action plus progressive sur le projectile.

» On est ainsi arrivé, après de nombreuses recherches, à donner une vitesse de 400$^m$ au projectile de 7, à la charge de 1200 gr., et de 430$^m$ au boulet 4, à la charge de 750 gr., sans altérer la justesse, et surtout sans dépasser *la limite* de l'élasticité du bronze, fait auquel l'artillerie d'aucun pays n'était encore parvenue avec *les pièces en bronze*, et qui a son unique cause dans l'emploi de la poudre comprimée [1].

[1] « Je rappellerai à ce propos que le canon de 7 a été étudié pour la charge de 1$^k$200 et non celle de 1$^k$100 que nous avions adoptée pendant la guerre, par suite de l'appréhension bien naturelle qu'inspiraient les canons fondus sans contrôle dans l'industrie privée. Depuis, j'ai demandé à plusieurs reprises que l'on voulût bien reprendre cette charge de 1$^k$200, et m'autoriser à refaire la trajectoire, qui, faute d'un polygone, n'avait pas été convenablement déterminée à Nantes. Nos hausses

» D'autres expériences nous ont conduit à reconnaître que, pour obtenir la justesse du tir, il était nécessaire de placer derrière le projectile, comme le fait Withworth, une rondelle de graisse qui, en lubréfiant les parois de l'âme, s'opposait au plombage et aux encrassements.

» En troisième lieu, l'on a pensé que l'obturation complète ne pouvait se faire d'une manière permanente que par un culot flexible et mobile renouvelé à chaque coup, et non par des coupoles métalliques comme pour les pièces de la marine française ou les pièces prussiennes, parce que le bronze subit, à la longue, une déformation qui détruit la précision des ajustages.

» L'emploi des rondelles en caoutchouc a été aussi reconnu impossible aux pressions que nous devions atteindre, les rondelles se détruisant trop rapidement.

» Ainsi, du moment qu'il fallait employer pour la charge :

» 1° Un culot métallique;

» 2° De la poudre comprimée;

» 3° Une rondelle de graisse, ces deux dernières matières présentant une nature trop fragile ou trop molle pour être placées dans un simple sachet, il devenait tout naturel de faire un étui résistant pour les préserver des chocs, et de rattacher cet étui au culot obturateur, c'est-à-dire de faire une gargousse.

» Supposons que nous n'ayons pas fait de gargousse; il eût fallu, pour charger la pièce, poser d'abord l'obus, puis une rondelle de graisse, puis un sachet de poudre, et enfin le culot obturateur, c'est-à-dire quatre objets les uns après les autres. On eût pu nous accuser, à bon droit, de complication, et cependant ces éléments de la charge sont nécessaires.

» La suppression de la rondelle de graisse amène des plombages et nuit à la justesse.

correspondent à cette charge, car j'avais espéré qu'une fois les canons éprouvés, on pourrait, sans inconvénient, y revenir.

» La charge de 1k200 doit augmenter la portée limite du projectile d'environ 1000 mètres ; elle n'est donc pas sans importance.

» Ma demande n'a pas été prise en considération. »

» Le remplacement du culot par un obturateur fixe n'a de chance de succès avec le bronze qu'en ne tirant qu'à de faibles pressions, c'est-à-dire à trajectoire peu tendue.

» Mais pourquoi, objectera-t-on, si le bronze donne ces difficultés, ne pas prendre l'acier?

» C'est que l'acier de France, au point de vue de son emploi dans l'artillerie, est un métal encore complétement inconnu, et qu'avant de l'employer il faudrait d'abord en connaître les propriétés. On ne comprend même pas sur quelle donnée pourrait reposer un projet de bouche à feu en admettant l'emploi des aciers français, puisque l'on n'a fait aucune expérience pour déterminer ces données.

» La gargousse offre encore d'autres avantages :

» 1° La possibilité d'une inflammation centrale qui donne lieu à un système de sûreté excessivement simple pour empêcher qu'on ne mette le feu avant la fermeture;

» 2° L'obturation du retour des gaz par la lumière qui évite les déperditions inégales de gaz, et la destruction rapide de la lumière sous les grandes pressions;

» 3° La possibilité de mettre les munitions à l'abri de la pluie et leur permettre même un passage rapide dans l'eau en recouvrant les gargousses d'un enduit hydrofuge;

» 4° La certitude d'avoir toujours des charges bien mesurées;

» 5° La possibilité dans le cas du tir plongeant de graduer les charges en retirant de la gargousse un nombre déterminé de rondelles;

» 6° La diminution sensible de l'échauffement, par suite de l'interposition d'une surface non conductrice entre les parois de la chambre et la charge, et par suite l'effet de la poudre mieux utilisée, une partie de la force ne se résolvant pas en chaleur;

» 7° Enfin, on y voyait la possibilité d'arriver, par l'emploi d'une fabrication mécanique, à produire des munitions avec une très-grande rapidité sans avoir besoin d'approvisionnements nombreux. »

Est-il possible d'expliquer avec plus de clarté et de vérité les raisons qui ont déterminé la création de la gargousse métallique?

Hélas! soyons certains qu'elles seront mieux comprises à l'étranger qu'en France, où le canon lisse se chargeant par la bouche, le boulet sphérique et le sachet de serge verte resteront encore bien longtemps l'idéal de la pièce, du projectile et de la charge.

Le *projectile* du canon de 7 est un obus cylindro-conique en fonte de fer de 235 millimètres de longueur sur 84 de diamètre au culot, et 50 seulement à son extrémité antérieure tronquée pour le logement de la fusée.

La cavité de l'obus mesure 185 du fond du culot à la base de la fusée, et 55 à sa plus grande largeur.

Les parois latérales sont épaisses de 13$^{mm}$, le culot de 20$^{mm}$; la partie antérieure est renforcée autour du logement de la fusée.

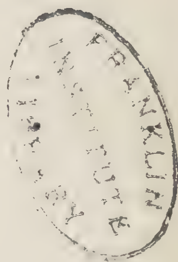
Les obus viennent bruts de fonte dans la forme donnée, mais ils ne peuvent être utilisés ainsi; ils doivent être tournés extérieurement pour recevoir plus facilement le plombage, et filetés à leur extrémité antérieure pour présenter un écrou aux filets de vis de la fusée.

Le plombage a pour but de revêtir d'une couche de métal mou la fonte qui, trop dure, ne prendrait pas dans les rayures, les déformerait, ce qui pourrait, en coïnçant le boulet, déterminer la rupture de la pièce.

En effet, le canon Reffye étant basé sur la suppression absolue du vent et le forcement complet du projectile dans l'âme, il est nécessaire que la surface du projectile se moule et se lamine exactement en suivant les rayures, prenant ainsi la rotation qui lui donnera sa portée et sa rectitude.

La surface de fonte serait tout à fait impropre à ce but. Le plomb, au contraire, le remplit parfaitement; mais il est très-difficile de le faire adhérer directement sur la fonte.

Avant le tir, l'adhérence paraît parfaite, mais la friction dans l'âme commence à détacher le plomb, et la rotation si rapide de l'obus détermine une force centrifuge qui projette le métal mou en avant de la pièce. L'obus n'étant plus régulièrement recouvert, n'est plus pondéré, son centre de gravité se déplace, la portée et la justesse du coup sont absolument modifiées.



Si la batterie doit tirer par dessus des troupes chargées de la couvrir, les dépouillements de plomb peuvent avoir les plus dangereux résultats, et causer de terribles blessures.

De nombreuses expériences ont amené le lieutenant-colonel de Reffye à employer le procédé suivant pour fixer le plomb :

L'obus tourné au burin est décapé à blanc dans de l'eau acidulée, puis trempé dans un bain de zinc; du bain de zinc, lorsque les gouttelettes de ce dernier sont encore liquides, il est plongé dans un bain de plomb ; puis moulé dans un moule à deux valves.

Il reçoit ainsi un moulage figurant des saillies annulaires de 4 millimètres environ sur une étendue de 15 millimètres.

Ces saillies sont séparées par des dépressions de 20 millimètres de hauteur et au niveau desquelles le plomb adhérent n'a guère plus d'un millimètre et demi à 2 millimètres d'épaisseur.

Cette enveloppe de plomb continue en s'amincissant vers le renfort antérieur du boulet, de manière à se confondre avec la fonte. De cette façon la fonte n'est en contact avec le bronze de l'âme à aucun moment de la course de l'obus.

Par le procédé de plombage sur zincage, l'adhérence est si grande que la plupart des obus retrouvés dans des buttes après le tir avaient conservé intacte leur enveloppe, qui portait la trace des rayures. Quelquefois une pierre logée dans la butte, ou le fragment d'un obus précédent, avaient arraché ou usé une partie du plomb, mais le reste n'avait pas été dérangé. Les fragments d'obus étaient retrouvés après éclatement couverts de leur enveloppe adhérente.

Fusée complète.

Corps de la fusée.

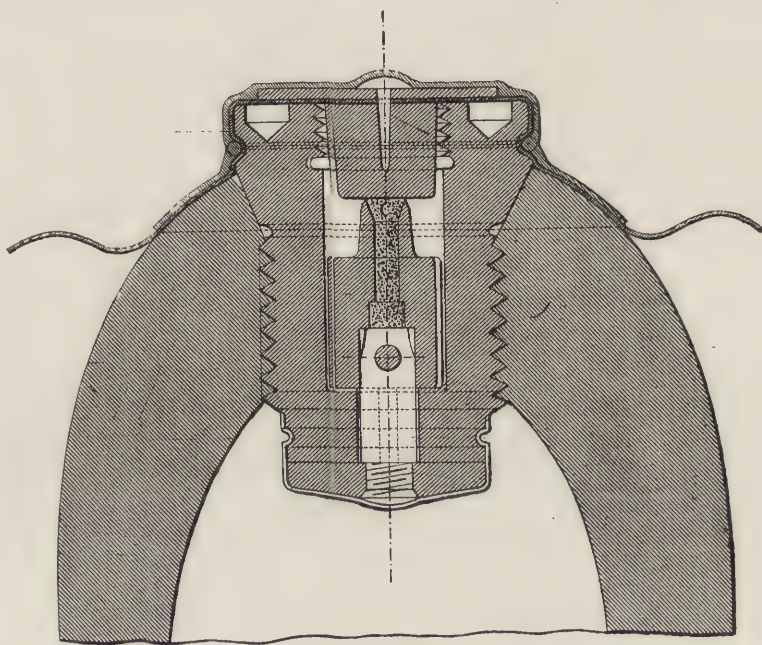
Bouchon porte-amorce.

Capsule.

Percuteur.

M. de Reffye a fait aussi de nombreuses expériences sur le mode d'éclatement des projectiles. Elles n'ont pas donné de résultats pleinement satisfaisants. Les essais de l'obus à sections préparées à l'avance n'ont pas donné la division systématique qu'on espérait.

Le projectile renferme une forte charge de poudre en grain qui complète le poids de 7 kilogrammes réglementaire. Le feu y est communiqué par une fusée percutante.



Tête de l'obus garnie de sa fusée.

La composition d'une fusée disposée de telle sorte qu'à un moment déterminé elle communique l'inflammation à la poudre contenue dans le projectile, est un des problèmes qui ont le plus exercé l'esprit des inventeurs.

En effet, sa recherche, comme presque toutes les études sur les armes à feu, est toujours accompagnée parallèlement d'une recherche inverse ; ainsi, il faut trouver une fusée s'enflammant toujours à un instant prévu, et s'efforcer en même temps d'em-

pêcher qu'elle ne s'enflamme à aucun autre instant que celui-là, quelles que soient les circonstances diverses qui peuvent accompagner sa fabrication, son emmagasinement, son passage dans l'âme et son trajet dans l'atmosphère.

Si l'on veut bien réfléchir aux difficultés de ce problème, on comprendra aisément qu'il ne soit encore résolu d'une manière satisfaisante chez aucun peuple. Il a déjà été assez difficile de combiner une amorce que l'on pût faire enflammer d'une façon constante dans une arme tenue à la main : mais là, il s'agit de la faire enflammer à trois, quatre ou même sept kilomètres de distance. Il faut donc que l'amorce soit très-sensible; d'un autre côté, il ne faut pas qu'en vissant la fusée sur l'obus chargé, on puisse en déterminer l'éclatement, comme l'ont prouvé des accidents récents, lorsqu'on a essayé de dévisser imprudemment les fusées des projectiles trouvés sur les champs de bataille.

Il ne faut pas, non plus, que l'amorce s'enflamme dans l'âme du canon, car, outre l'inconvénient de détériorer la pièce, les débris de l'obus produisent une sorte de mitraille projetée sur les troupes placées en avant de la batterie.

Nous n'insisterons pas sur les fusées à mèche ou à temps, qui, presque toujours, éclataient trop tôt ou trop tard ; en décrivant l'une des fusées proposées par le lieutenant-colonel de Reffye, on peut donner une idée de la difficulté de la question.

La fusée se compose :

D'un corps,

D'un bouchon porte-amorce,

Et d'un percuteur.

Le *corps de la fusée* est un bouchon en bronze fileté extérieurement pour se visser dans l'ouverture antérieure du projectile, et fileté intérieurement dans sa partie antérieure pour que l'on puisse visser le bouchon porte-amorce. Il est creusé d'une cavité cylindrique, dans laquelle se meut un petit cylindre de bronze nommé percuteur.

Le *percuteur* est percé d'un canal que l'on remplit de poudre,

pour faire communiquer la flamme de l'amorce avec la poudre du projectile.

L'*amorce* est une grosse capsule contenant un mélange :

| | | |
|---|---|---|
| Chlorate de potasse. . . . | 2 | parties. |
| Sulfure d'antimoine . . | 1 | — |
| Soufre . . . . . . . . | 1 | — |

Cette capsule est enfoncée et sertie avec grand soin dans le bouchon de culasse, où elle doit adhérer assez pour ne pas se précipiter en arrière sur le bec du percuteur et le coiffer; ce que j'ai été à même de voir fréquemment sur des débris de fusée dont l'obus avait éclaté dans l'âme.

Le percuteur est maintenu au fond de la cavité de la fusée par une goupille en plomb.

Avant de ranger les projectiles dans les caisses de transport ou dans les coffres des caissons, on les remplit de poudre, puis on ferme l'obus, en y vissant le corps de fusée renfermant son percuteur fixé par la goupille. Avant de visser ce corps de fusée sur l'obus, on plonge l'extrémité postérieure dans un bain de goudron chaud, ainsi composé :

10 parties de cire;

5 parties de goudron;

5 parties de résine.

Lorsque le corps de fusée est fixé, on n'y adapte pas de suite le bouchon porte-amorce, qui ne doit être vissé qu'au moment du tir. L'ouverture que doit occuper ce bouchon est fermée par un bouchon en bois qui y entre librement et appuie sur le percuteur.

Sur la tête de ce tampon se trouvent fixées par un clou une bande de toile et une rondelle de carton.

La rondelle est collée sur la tête de la fusée avec de la colle forte, et la bande de toile attachée par un fil facile à rompre; on renverse alors l'obus et on en plonge la tête dans un bain de goudron.

Au moment du tir, on arrache la toile, qui entraîne avec elle le bouchon de bois, et l'on visse le bouchon porte-amorce.

Lorsque le boulet, chassé par les gaz de la charge, se met en marche en avant dans l'âme, la goupille qui maintient le percuteur se brise ou plutôt se coupe, la tige qui retenait le percuteur à l'arrière se détache, il devient libre dans la cavité où il est renfermé.

Lorsque le boulet atteint l'obstacle et subit un temps d'arrêt, le percuteur, qui est libre, continue le mouvement et vient frapper l'amorce.

Quand bien même le premier temps ne serait pas accompli et si la goupille ne s'était pas coupée au départ, elle se trouverait coupée dans le choc de l'arrivée.

J'ai assisté, comme attaché au lieutenant-colonel de Reffye, à toutes les expériences faites sur le lac de Grandlieu pour déterminer les conditions de fabrication de cette fusée, et j'ai pu constater une très-forte proportion d'éclatements opportuns, non-seulement sur la terre et sur la glace, mais encore sur la surface de l'eau du lac.

Le lieutenant-colonel de Reffye, avec la bonne foi qui distingue à un si haut degré ce modeste génie, n'a jamais cru avoir atteint la perfection absolue, pas plus pour la fusée que pour l'obus et la pièce elle-même. Éclairé par des expériences incessantes, il se désolait sincèrement d'être forcé de livrer trop tôt à l'industrie des plans qu'il n'avait pas eu le temps d'approfondir; il était lui-même le premier à regretter le bruit fait autour de son nom, et travaillait nuit et jour à chercher les améliorations qu'il croyait nécessaires. On sait avec quelle fièvre on se hâtait de reconstituer à la France un matériel d'artillerie pour remplacer celui que l'armée régulière avait laissé prendre; tous rivalisaient de zèle, et la métallurgie française tout entière s'était mise à l'œuvre avec un élan dont il ne lui a pas été assez tenu compte.

## III

Le canon à balles français appartient à une classe d'armes que l'on doit admettre comme nouvelles, bien que notre musée d'artillerie possède un certain nombre de modèles anciens considérés à tort comme les ancêtres des mitrailleuses, auxquelles devrait dans ce cas appartenir aussi la fameuse machine infernale de Fieschi ; mais ces assemblages de canons de fusil juxtaposés ne peuvent sérieusement être placés sur le même rang que les mitrailleuses actuelles.

Depuis le perfectionnement et l'application au service de guerre des fusils se chargeant par la culasse, les canons, même chargés à l'arrière, ont relativement perdu l'une de leurs supériorités sur l'arme portative : la portée des fusils est quadruplée, la vitesse de chargement est décuplée, tandis que pour le canon, la portée extrême peut être considérée comme triplée seulement, pendant que la vitesse du chargement est restée presque la même.

Il se présente, dans les combats, de nombreuses circonstances où l'infanterie se trouvant à portée de fusil de l'artillerie, celle-ci ne peut résister à la rapidité du tir du fusil, et, si l'infanterie ne se laissant pas intimider par les détonations des pièces et l'éclatement des projectiles creux, marchait résolûment sur les batteries non défendues elles-mêmes par de l'infanterie, elle les réduirait bientôt au silence en en détruisant les servants.

Depuis la guerre de la sécession d'Amérique, on a cherché à construire une arme qui pût imiter la rapidité du tir du fusil, dont elle dépasserait la portée, et atteindre sûrement l'infanterie et la cavalerie aux distances où la boîte à balles n'a pas tout son effet utile. Le canon à balles a donc été créé pour agir entre 900 et 2,500 mètres, avec plus de justesse de tir que l'an-

cienne mitraille, qui semble presque abandonnée aujourd'hui.

La première idée a été d'appliquer un système à répétition analogue aux revolvers. La mitrailleuse Agar, américaine, n'avait qu'un seul canon, et des chambres en acier chargées d'avance venaient se placer sur l'arrière du canon et partaient avec une vitesse telle que le canon échauffé d'abord au rouge cerise, passait bientôt au rouge blanc, et, malgré le système de refroidissement ajouté plus tard, on fut obligé d'y renoncer.

La mitrailleuse Claxton avait six ou huit canons mis en travail deux par deux : bien qu'elle montrât d'ingénieuses dispositions de détail, elle ne fut pas adoptée.

La mitrailleuse Gattling, qui appartient aussi au système des armes à répétition, quoiqu'elle ait dix canons, a été plus employée, mais comme ces canons tournent autour de l'axe, les branches qui portent l'extrémité de cet axe sont susceptibles de se fausser ; elle doit une remarquable justesse et une portée très-longue au poids de sa balle (253 grammes), et à la petite vitesse initiale avec laquelle la balle est lancée, ce qui l'empêche d'être déformée ; ces avantages sont compensés par un plus grand poids des munitions. La continuité du tir pouvant s'exercer sans changer le pointage, donne un grand avantage au canon Gattling, lorsqu'il est dirigé vers un but fixe.

Nous ne décrirons pas la mitrailleuse Montigny, ou plutôt Christophe, parce qu'elle n'est qu'une imitation des premières études du canon à balles français, dont M. Christophe, admis dans les ateliers de M. de Reffye, a pu emporter en Belgique les dispositions principales.

Le canon à balles français, dont la composition si ingénieuse est due aux patientes études du colonel Verchère de Reffye, est la seule parmi les mitrailleuses qui réunisse toutes les qualités de simplicité et de solidité que demande une arme réglementaire.

L'apparence extérieure du canon à balles ressemble beaucoup de loin à l'aspect d'une pièce d'artillerie ordinaire : même

volée tronconique en bronze, affût et avant-train peu différents de ceux du canon de campagne. Il faut s'approcher d'assez près pour que les différences deviennent sensibles : on voit tout d'abord que l'arrière du canon, aplati et élargi, est protégé par un couvercle en tôle dont la couleur tranche nettement avec le reste du métal.

En regardant plus attentivement, on constate que le canon, au lieu d'être porté par des tourillons emboîtés dans les paliers de l'affût, est fixé par un pivot cylindrique descendant perpendiculairement à l'axe de la pièce, et s'enfonçant dans une sorte de petit affût en bronze. C'est ce petit affût appelé *support*, d'où s'épanouissent latéralement les deux *tourillons*. La pièce peut donc se mouvoir de gauche à droite suivant le pivot, et de haut en bas suivant les tourillons. De fortes vis en bronze, que l'on peut conduire facilement à la main au moyen de manivelles ou de volants de même métal, permettent de régler avec précision les mouvements dans tous les sens. Une inspection moins superficielle fait bientôt comprendre que l'on n'a pas affaire à un canon proprement dit.

En enlevant le sac en cuir nommé *couvre-bouche*, qui est fixé par une lanière au-dessous du *bourrelet*, renflement à l'extrémité de la volée, et en examinant *la tranche* ou plan qui termine la pièce à sa partie antérieure, au lieu d'un seul trou, on remarque vingt-cinq ouvertures rangées cinq par cinq dans un quadrilatère en acier.

L'enlèvement du *chapiteau*, couvercle en tôle qui protége l'arrière du canon, laisse apercevoir dans une *cage*, prolongement quadrilatère de la pièce, une culasse mobile en acier, et le bloc de même métal qui renferme le système de percussion. Tout à fait à l'arrière, sort du cadre une grosse vis d'acier emmanchée d'une manivelle, et dont l'action rapproche ou éloigne le système percuteur de la culasse mobile qui porte les projectiles.

Ces parties, très-solidement constituées elles-mêmes, sont de

plus latéralement protégées par les montants de la cage, venue de fonte avec le canon, et ne faisant qu'une seule pièce, sans soudure ni rivure.

L'âme du canon à balles est un faisceau de vingt-cinq canons de 95 centimètres de longueur sur une épaisseur de 25 millimètres percés d'un trou de 13 millimètres.

Les parois de ces canons parallélipipèdes rectangles sont donc d'une épaisseur bien autre que celle des canons de fusil ordinaire : environ six fois au point le plus faible où la circonférence inscrite se rapproche le plus des quatre faces. Ils sont étirés creux et fabriqués par MM. Émile Martin, de Sireuil, et Petin et Gaudet, de Rive-de-Gier.

D'abord limés et dressés de telle sorte que les quatre surfaces latérales puissent être presque adhérentes sur une table en fonte parfaitement plane, ces canons sont assemblés entre quatre plaques de fer forgé, de 8 millimètres d'épaisseur, fortement boulonnées, puis brasés entre eux et avec les plaques, de manière à ne plus former qu'un seul parallélipipède.

Lorsqu'on en a rabattu les angles sur un tour, on porte le faisceau à la fonderie, où, par une opération assez délicate, on le recouvre d'une chemise en bronze légèrement conique, dont l'extrémité postérieure s'épanouit carrément pour que l'on puisse y découper l'espace circonscrit dans la cage.

Après avoir abattu la masselotte et tourné l'enveloppe extérieure de façon à lui faire perdre 3 centimètres au moins de sa croûte, on pose l'ébauche du canon à balles sur un banc de forage où l'on amène les tubes à leur vrai diamètre de 12 centimètres à 13, puis sur une machine à rayer, où l'on trace les dix rayures au pas de 50 centimètres.

La cage a 34 centimètres de long sur 17 de large, elle renferme d'avant en arrière une *culasse mobile* destinée à placer les cartouches. Cette pièce est formée d'un bloc d'acier de 7 centimètres d'épaisseur sur 125 millimètres de hauteur, et percée de vingt-cinq trous pour recevoir les vingt-cinq cartouches.

De la face antérieure s'avancent quatre tiges ou *guides*, entrant dans quatre trous de l'enveloppe de bronze, et qui servent à maintenir le centrage de la culasse mobile. La face supérieure porte une poignée, pour faciliter l'enlèvement de la culasse; des deux faces latérales sortent des crochets qui servent, dans les manœuvres, à suspendre la culasse mobile à l'affût.

Derrière la culasse mobile est placé le système de percussion qui glisse d'arrière en avant, entre les joues de la cage, sous la pression d'une grosse vis à manivelle. Il comprend d'arrière en avant : une *boîte à ressort* en acier percée de vingt-cinq trous où sont logés les ressorts à boudin, à l'intérieur desquels une sorte de chandelier en cuivre, nommé *tétine*, reçoit la tige postérieure des percuteurs. Les percuteurs sont élargis en *embase* de manière à appuyer sur les ressorts à boudin; cette pression s'exécute au moyen d'une plaque en bronze, dite *plaque de* 14, parce que son épaisseur est de 14 millimètres.

Les trous dont elle est percée sont assez larges pour laisser passer le *porte-aiguille*, mais sont assez étroits pour retenir l'embase du percuteur; par conséquent, lorsque la vis appuie la boîte à ressort sur la plaque de 14, les ressorts se trouvent bandés.

Toujours en marchant d'arrière en avant, après la plaque de 14, on trouve la boîte en bronze qui renferme la *plaque de déclanchement*, mobile de gauche à droite, suivant une vis mue par une manivelle placée à la droite de la cage.

Cette plaque de déclanchement est percée de trous disposés de telle manière que lorsqu'ils arrivent en face du percuteur, ils le dégagent, permettent aux ressorts d'agir et de porter vivement en avant l'aiguille; celle-ci, traversant une autre pièce d'acier dite *avant du système*, vient frapper l'amorce centrale de la cartouche correspondante.

La face antérieure de cette dernière pièce est cannelée, pour laisser au besoin un passage au gaz, quand le culot de la cartouche ne donne pas une obturation complète.

Rien n'est donc plus simple que la manœuvre de ce système, dont la solidité est extrême, malgré son apparente délicatesse.

Voici, en résumé, comment s'exécute le tir du canon à balles: on commence par mettre sur ses quatre pieds en arrière et à droite de l'affût, une caisse servant de couvercle à un *déchargeoir* que l'on pose à côté; sur la face supérieure de cette *caisse-couvercle* sont ménagées quatre crapaudines dans lesquelles on place les quatre guides de la face antérieure de la culasse mobile; sa face postérieure se trouve donc ainsi bien disposée pour recevoir les 25 cartouches, qui tombent naturellement dans les trous de la culasse au sortir d'nne boîte carrée qui les contenait, et que l'on appuie sur cette face postérieure, devenue supérieure par la position de la culasse mobile sur la caisse-couvercle.

On insère cette culasse dans l'espace ménagé entre le système de percussion et les canons.

En faisant mouvoir, au moyen de la manivelle, la grosse vis de l'arrière, on avance la boîte à ressort jusqu'à ce qu'elle ait rencontré la plaque de déclanchement qui, appuyant sur l'extrémité du porte-aiguille, agit sur les ressorts et maintient le bandé. La vis continuant à marcher rapproche également la culasse mobile du canon, pendant que les quatre guides de la face antérieure de la culasse mobile s'enfonçant dans les trous qui leur sont destinés, amènent exactement les cartouches en face de chacun des 25 canons.

Lorsque la vis est arrivée à la fin de sa course, toutes les pièces du canon à balles se trouvent juxtaposées et maintenues strictement par la vis, dont la solidité est assurée à l'arrière par un gros écrou de bronze.

En faisant tourner la manivelle de la vis de déclanchement, les aiguilles dégagées dans un ordre donné, viennent frapper, l'une après l'autre, l'amorce des cartouches, et le tir, qui se succède canon par canon, peut cependant être assez précipité pour que les 25 décharges paraissent presque simultanées.

Pendant ce tir, un autre servant a chargé l'une des culasses de rechange, au moyen d'une autre boîte; après le tir, la grosse vis de l'arrière est rapidement desserrée; on enlève la culasse portant les cartouches vides, on la remplace par la culasse aux cartouches pleines, et le tir continue ainsi au moyen de quatre culasses de rechange.

Pour dégager rapidement les cartouches vides, que l'expansion du gaz a souvent rendues adhérentes à la culasse mobile, on la renverse sur le *déchargeoir,* d'où s'élèvent 25 tiges, et au moyen d'un levier, on force les douilles à sortir des cavités de la culasse.

Ce déchargeoir, qui paraît bien simple au premier abord, montre cependant une disposition qui dénote la remarquable justesse d'esprit du constructeur du canon à balles. Si les 25 tiges avaient été d'égale longueur, il aurait fallu faire un effort souvent très-grand pour enlever d'un seul coup les 25 douilles, ce qui pouvait offrir une résistance et retarder la rapidité de l'action; M. de Reffye les a faites de longueur inégale, de sorte qu'on ne force à la fois que sur quatre ou cinq cartouches, et que lorsqu'on arrive aux suivantes, les premières douilles atteintes sont déjà dégagées.

Toutes les pièces accessoires, comme les pièces principales du canon à balles, ont été étudiées avec le même soin; il en a été de même de la manœuvre de cette arme nouvelle, qui a été créée et combinée dans le but non pas tant de détruire mais bien de frapper les masses ennemies d'une terreur telle, qu'elles ne puissent se former ni se muvoir sous les salves d'une batterie de six canons à balles.

On comprendra le trouble que doit apporter dans une masse le tir d'une batterie de mitrailleuses, si l'on pense qu'à 1,000 mètres les vingt-cinq balles que lance chacune d'elles seraient inscrites dans un cercle vertical de 5 à 6 mètres de diamètre mesurant une surface de 25 mètres carrés environ; cette gerbe, en se projetant sur le sol par la tension de la trajectoire, cou-

vrirait une superficie de 100 mètres de long sur 5 de large : soit 100 mètres de long, ce qui fait 500 mètres superficiels.

Si l'on suppose la batterie de six mitrailleuses réunies sur une même position, en admettant même qu'elle ne se serve pas du mouvement latéral pour agir en fauchant, les six pièces réunies couvriraient 3,000 mètres superficiels d'une pluie de projectiles telle, qu'il ne pourrait rester debout ni un fantassin, ni à plus forte raison un cavalier.

Pour les courtes distances, on charge la mitrailleuse avec des cartouches portant, au lieu d'un seul projectile, trois balles soudées au soufre, qui en se séparant couvrent encore davantage.

Dans le cas où une masse d'infanterie marcherait sur une position de mitrailleuses entre 2,000 et 1,200 mètres, comme il faut environ douze minutes au pas accéléré pour exécuter une marche de 800 mètres, les mitrailleuses pourraient envoyer de trente-six à quarante-huit salves sur le corps ennemi, qui serait destiné à une destruction certaine. Le canon à balles est avant tout une arme défensive, qui supplée au nombre par la rapidité et l'intensité du tir. Aussi ces pièces doivent être employées ensemble, et non détachées par deux, et quelquefois même une par une, pour accompagner des régiments ou même des bataillons.

Il est indispensable, pour agir efficacement sur les masses ennemies, que la pluie de balles lancées par les mitrailleuses les atteigne en plein : il n'en est pas absolument de même pour le projectile creux, dont la détonation, le bruit et les éclats peuvent se produire en avant ou en arrière du but, et cependant apporter un trouble considérable. Il faut donc que le pointeur du canon à balles règle son tir avec beaucoup de soin.

Pour le canon et l'obus, on voit où tombe le projectile et où il éclate, tandis que la place où viennent frapper les balles de la mitrailleuse ne peut être constatée par le tireur autrement

que par la chute des ennemis atteints, et le trouble manifesté dans leurs rangs.

Un seul canon à balles réglera donc très-difficilement son tir, tandis que six tirant successivement sur un même point, il sera facile de voir celui dont l'effet aura été utile et de rectifier le tir des autres.

Une série d'expériences a prouvé qu'à 1,200 mètres, dans l'espace d'une minute, un canon à balles mettait dans un panneau de 1 mètre 80 de hauteur autant de balles que cent vingt et un hommes d'infanterie, et encore cette expérience avait lieu bien tranquillement dans un polygone. Il est évident que dans une action, l'avantage resterait bien plus grand pour la machine, qui n'est pas impressionnée par la lutte, et a bien moins de chance de rater que le tireur.

D'autres expériences ont démontré que si dans un panneau de cible un canon de 4 tirant à mitraille peut mettre soixante-neuf balles en une minute, dans le même temps le canon à balles en mettra deux cent soixante et une.

La portée extrême du canon à balles est de 3,000 mètres. A cette distance la balle traverse encore trois planches de sapin de 3 centimètres superposées; mais l'angle de chute dépasse alors 45°, la dispersion et l'action du vent deviennent considérables. Il est donc préférable de ne pas dépasser 2,500 mètres.

Ce qui est surtout très-important, c'est de réunir toujours sur une même position les six pièces qui forment une batterie de canons à balles : on obtient ainsi le maximum d'effet utile cherché par le constructeur de cet instrument de défense, si précieux surtout contre des troupes supérieures en nombre.

Par cela même que le canon à balles est un outil précieux, il ne doit pas être employé sans discernement et en dehors des données pour lesquelles il a été combiné.

# IV

Mais ce n'est pas tout de créer une arme, il faut encore lui adapter un projectile assorti, et la charge convenable pour sa destination. Avec les armes anciennes, c'était le tireur lui-même qui, connaissant son fusil et ayant expérimenté sa poudre, réglait les quantités qu'il devait employer pour obtenir tel ou tel résultat; plus tard, on calcula des doses moyennes, on fit des cartouches et des gargousses, simples procédés de paquetage, et dont la fabrication était facile.

Depuis le chargement par la culasse, la composition de la cartouche est devenue un art véritable et a fait naître une grande industrie, dont nous avons exposé les ingénieux appareils dans les livraisons 154[e] et 155[e] des *Grandes Usines*, en décrivant l'usine de M. Gevelot.

Dans les armes ouvertes à l'arrière, la cartouche est non-seulement une enveloppe renfermant la poudre et sertissant la balle, mais elle est encore presque toujours un obturateur pour les gaz produits par la déflagration. Elle a donc été étudiée avec grand soin par les constructeurs, car de ses défauts ou de ses qualités pouvaient résulter le rejet ou l'adoption d'une arme.

La cartouche du canon à balles français, telle qu'elle est fabriquée aujourd'hui dans les ateliers de la prairie d'Amont, à Nantes, est un des spécimens les plus intéressants des cartouches à douille métallique et à inflammation centrale.

Sans compter la balle et la poudre, la cartouche du canon à balles se compose de treize pièces séparées, qui doivent être assez solidement fixées pour que le transport, les secousses, les manipulations diverses que subira la cartouche ne puissent les disjoindre. Ces treize pièces sont : un *culot,* — une *douille,* com-

posée d'une *lame de laiton cintré,* d'un *couvre-joint* et d'un *papier* collé autour, — un *morceau,* — un *porte-amorce,* — un *embouti,* — une *amorce,* — une *enclumette,* — un *caoutchouc,* — une *toile,* — des *grains de poudre comprimée,* — une *rondelle* suif et cire, — un *ruban de soie.*

Plus de quarante opérations sont nécessaires pour les façonner, les assembler et les fixer. Les unes s'exécutent simplement à la main, les autres demandent des machines-outils plus ou moins compliquées.

Le *culot* se découpe dans un flanc de laiton; il est embouti par deux passages entre un poinçon et une matrice, jusqu'à ce qu'il ait atteint 10 millimètres de haut sur 8 de large; — il est ensuite bourreleté et percé pour recevoir à son centre le *porte-amorce,* gros clou de cuivre frappé de rainures à l'extérieur et qui sera foré plus tard d'une cavité devant servir au logement de l'amorce. On recuit le laiton à chaque passage.

La *douille* ou plutôt le *corps de douille* est formé d'une lame de laiton de 2/10 de millimètre, découpé au balancier, sur 90 millimètres de long et 41 de large. Cette lame est cintrée à la main autour d'un mandrin, de manière à recevoir la forme d'un cylindre ouvert. Le corps de douille est assemblé par un carré de papier avec une autre pièce nommée *couvre-joint* de même longueur sur 15 millimètres de large, et qui vient s'appliquer sur l'ouverture longitudinale du cylindre. On a disposé ainsi la douille en deux pièces au lieu de la constituer simplement avec un tube métallique continu, pour que, sous la pression des gaz, le corps de douille puisse s'entr'ouvrir et s'appliquer sur les parois de la chambre, pendant que le couvre-joint continue à obturer les lèvres disjointes du cylindre ouvert. Quand la douille est sèche, on la passe dans un *tour à lisser* qui la calibre et en polit la surface.

Le *morceau* est un cylindre de 10 millimètres environ, découpé dans un rouleau de papier, et qui est destiné à être assemblé avec le culot et le corps de douille, de manière à entourer le

porte-amorce et à le maintenir solidement assujetti dans l'axe de la cartouche.

On réunit à la main la douille, le culot, le morceau et le porte-amorce, et on les *frappe* dans la machine où la douille, placée sur un mandrin extérieur, reçoit extérieurement le refoulement d'une matrice qui comprime le morceau assez solidement pour que son interposition fasse adhérer entre elles, avec une extrême tenacité, les différentes pièces assemblées.

Le *porte-amorce* est ensuite percé avec un foret à teton se rapprochant le plus possible du diamètre de l'*embouti* que l'on doit y insérer.

La chambre, creusée dans le porte-amorce, est portée à sa véritable grandeur par un alésoir à quatre pans légèrement conique.

Une mèche fait ensuite au fond du porte-amorce un petit trou destiné à laisser passer la flamme de l'amorce au moment de sa conflagration. On fraise légèrement le bord extérieur du porte-amorce pour donner de l'entrée à l'*embouti*, on fraise également à l'intérieur le papier qui se trouve sur le petit trou fait au fond du porte-amorce, pour dégager complétement ce petit trou des bavures de papier provenant du *morceau*, et qui ne laisseraient pas traverser la flamme.

On redresse les bords de la douille; ils ont en effet, au coupage, gardé une légère bavure qui empêcherait l'entrée de la balle. — On vérifie alors les douilles une à une. — Toutes celles plus courtes que 85 millimètres 9/10 et plus longues que 86 millimètres 4/10 sont rebutées.

A l'intérieur de la cartouche, et sur le porte-amorce, on pose une rondelle de toile claire.

La *douille* proprement dite étant constituée, on ajoute à l'intérieur une rondelle de toile, dont la destination est de séparer la poudre noire de l'amorce; cette toile ne doit pas avoir des brins assez serrés pour que la flamme ne puisse la traverser facilement. Après le collage de la toile, on amorce la cartouche

avant d'y insérer la poudre, car, si dans les manipulations de cet amorçage, l'amorce s'enflamme, il n'y a aucun danger sérieux à craindre de cette petite explosion. Il n'en est pas de même quand la cartouche est chargée.

On ne peut se figurer les difficultés que présente un bon amorçage. Les problèmes dont il exige la solution renferment des contre-indications fréquentes, et souvent l'on croit être arrivé au succès, lorsqu'une des conditions non satisfaite rend impossibles les meilleures dispositions.

Il faut, avant tout, que l'amorce soit assez sensible pour que la percussion déterminant une inflammation suffisante se communique à la poudre. Mais il faut cependant, qu'en usant de certaines précautions, l'amorce soit maniable et ne s'enflamme pas au moindre mouvement.

L'amorce dite Canouil remplit parfaitement ces conditions, qui semblent au premier abord absolument inconciliables. Maintenu entre deux feuilles de papier mince, le phosphore rouge qui la compose détonant très-bien à un coup sec, reste inerte sous une pression lente et est peu sensible au frottement. En protégeant l'amorce Canouil contre toute atteinte autre que celle de l'aiguille du percuteur, on devait arriver aux meilleurs résultats.

Pour obtenir cette protection de l'amorce, tout en conservant la possibilité de la faire partir dans les circonstances précises où elle doit détoner, les études ont été difficiles et les essais nombreux. Voici le procédé qu'on a adopté :

On place l'amorce dans le fond du porte-amorce, et, pour l'empêcher de se déplacer, on la fixe en l'humectant avec une goutte de gomme laque dissoute dans de l'alcool; puis, dans la chambre du porte-amorce, on enfonce un *embouti*, sorte de petite capsule en cuivre rouge qui renferme un anneau en caoutchouc soutenant une petite pièce en laiton nommée *enclumette*.

Cette enclumette doit, par son collier de caoutchouc, être

assez écartée de l'amorce pour qu'un choc léger, une secousse dans les transports, ne puisse la lancer sur elle et déterminer une inflammation en dehors de l'instant voulu.

Voici comment la percussion agit sur cet amorçage :

L'aiguille frappe sur le fond de l'alvéole et le déprime assez pour atteindre l'enclumette ou plutôt le *lançant,* qui, triomphant de la résistance du caoutchouc, atteint l'amorce et la fait détoner.

Ces petites pièces en métal et en caoutchouc, protectrices de l'amorce, ont encore pour but de prévenir la sortie des gaz à l'arrière, ce qui, à la longue, finirait par détériorer le système de percussion. En effet, le caoutchouc se ramollit et bouche toutes les fissures, l'enclumette empêche l'aiguille d'enfoncer l'alvéole de cuivre, ce qui donnerait passage aux gaz dont la force enverrait dans le système des fragments de l'*embouti.*

La poudre dont on emplit les douilles n'est pas de la poudre libre, elle est comprimée mécaniquement et forme des grains solides de un centimètre de hauteur sur douze millimètres de diamètre. — Chaque grain pèse deux grammes et l'on en place six dans la douille.

Les précautions les plus grandes sont prises pour que ce chargement offre le moins de danger possible.

Il s'effectue dans de grandes guérites séparées les unes des autres, afin que les accidents ne puissent s'étendre, et construites en bois léger, pour que les explosions, s'il s'en présentait, ne puissent projeter de lourds matériaux. Ces guérites sont, du reste, largement ouvertes : elles sont séparées en deux parties par une cloison. Dans l'un des compartiments se trouvent placés les grains de poudre comprimée, renfermés dans une boîte carrée, en tôle, et dans laquelle ils sont déposés par un procédé très-ingénieux.

La presse dont on se sert ressemble beaucoup, dans ses dispositions principales, aux presses monétaires. Le grain formé par l'enfoncement d'un poinçon dans la cavité où la poudre est

versée, après avoir été mesurée mécaniquement, est soulevé et rejeté au dehors par un mouvement analogue à celui qui soulève et rejette la pièce de monnaie frappée et portant son empreinte.

Cette pression, très-énergique, donne au grain une solidité assez grande pour qu'il puisse être manié et soumis ensuite à des procédés automoteurs sans être cassé ni déformé. Le grain de poudre, une fois comprimé, devient un petit corps dur et sec qui roule et glisse avec une extrême facilité dans les récipients et glissières, où il se meut dans les opérations suivantes :

Les grains, au sortir de la presse, sont placés dans une roue verticale composée de deux joues parallèles. A leur circonférence, ces joues sont séparées l'une de l'autre par un écartement dont les lèvres sont légèrement obliques, et ont été calculées si juste, que tout grain qui se présente dans le sens de la largeur (12 millimètres), est retenu et rejeté dans la cavité de la roue : ceux-là seuls peuvent passer qui se présentent avec leurs deux faces planes verticales, offrant alors seulement une largeur de 10 millimètres. Les roues sont menées lentement à la main, et les grains qui sortent ainsi méthodiquement se rangent dans la boîte.

Placée de champ, la boîte s'ouvre sur une glissière en cuivre, dans la rainure de laquelle descendent les grains roulant suivant leur circonférence. La glissière traverse la cloison et mène dans l'autre chambre les grains qu'elle verse un à un, en face de l'ouverture de la cartouche, placée sur un petit banc dans un logement couvert; au moment où le grain se présente à l'ouverture de la cartouche, l'ouvrier chargeur fait mouvoir, au moyen d'un levier à genouillère, un mandrin qui pousse le grain à fond en le pressant légèrement. Quand cette manœuvre est faite trop brutalement, il peut arriver une conflagration de la cartouche, soit par un ébranlement imprimé à l'enclumette, soit par la compression brusque de l'air contenu dans la douille et qui, en s'échauffant, fait enflammer l'amorce, et par suite la

poudre. Bien que cet accident soit assez rare cependant, pour empêcher qu'elle ne communique par la glissière à la boîte qui se trouve dans l'autre chambre, on a placé une toile métallique qui arrêterait la flamme.

Quand les six grains de poudre sont placés dans la douille, un aide les recouvre d'un grain de suif et cire pesant un gramme et qui termine le chargement.

Il n'y a plus qu'à poser la balle et à la fixer solidement à la cartouche.

La balle est en plomb et pèse 50 grammes.

Elle est fondue dans un moule, frappée dans une matrice pour prendre sa forme, et mise à ses vraies dimensions : 40 millimètres de longueur sur 13 de largeur.

Elle est légèrement conique à son extrémité antérieure, cylindrique à son extrémité postérieure, et creusée de deux gorges.

Quand les balles ont été gorgées, c'est-à-dire, quand, au moyen du tour, on a pratiqué les gorges dans leur quart postérieur, on entoure le reste de la partie cylindrique avec un papier brouillard maintenu solidement avec de la colle. On pose alors cette balle sur le grain de graisse de la cartouche chargée, dans la douille de laquelle la balle pénètre de 15 millimètres environ.

On aurait pu se contenter de cette pénétration, qui assure l'union de la cartouche et de la balle au moyen d'une sertissure serrant le bord de la douille sur les gorges de la balle ; mais pour assurer cette union, on ajoute encore extérieurement à la douille un ruban de soie solidement collé sur l'extrémité de la douille et sur le papier brouillard qui entoure la balle.

Ceci fait, on introduit, en forçant légèrement les cartouches, la balle en avant, dans un tour à sertir dont la bague joint toutes les parties en les comprimant circulairement.

La cartouche est alors entièrement terminée et ne forme plus qu'une seule pièce imperméable à l'humidité, aussi difficile à défaire qu'elle a été longue à assembler.

Elle pèse 79 grammes.

Pour augmenter l'effet du canon à balles aux petites distances, on prépare des balles particulières pouvant se rompre et agir par une dispersion en même temps plus étendue et plus remplie. — Ces projectiles, dits *balles multiples*, sont en trois morceaux réunis entre eux par une soudure au soufre, et enveloppés d'une chemise de toile.

Elles se découpent dans des baguettes de plomb filé à 10$^{m}$8, et se frappent au balancier — chaque fragment est un cylindre légèrement bombé à chaque extrémité.

On les assemble trois par trois dans un moule où l'on coule du soufre qui remplit les interstices et maintient ensemble les fragments assez solidement pour que l'on puisse les manier comme une seule pièce, et insérer la balle multiple dans la douille de la cartouche, absolument comme la balle ordinaire.

Le poids de la balle multiple est de 58 grammes, sa longueur réglementaire de 51 millimètres.

La distance à laquelle la balle multiple doit être employée ne dépasse pas 800 mètres — et la hausse doit être notablement modifiée.

Ainsi, on doit élever la hausse à 400 mètres dans les circonstances où 300 suffiraient pour la balle simple. A 700 pour 400, à 1,000 pour 500 et à 1,300 pour 600. La proportion de ces balles multiples dans le chargement d'une batterie est en général de un à sept.

Pour transporter sans danger les cartouches terminées, et pour faciliter en même temps le chargement rapide du canon à balles, on a fabriqué des boîtes carrées présentant vingt-cinq logements rangés quadrilatèrement par cinq, comme les canons de la mitrailleuse. Ces boîtes en carton, avec contreforts en fer-blanc, sont entourées d'une couverture en toile qui les protége et assure leur solidité. Elles se ferment par un couvercle glissant dans une coulisse et qu'on retire rapidement au moment où la boîte étant posée sur la culasse mobile, on procède

au chargement. La fabrication de ces boîtes demande un personnel considérable et de très-ingénieux procédés, mais nous ne pourrions les décrire sans étendre indéfiniment notre cadre.

Les boîtes sont peintes en vert sombre pour les balles simples et en rouge pour les balles multiples; on prévient ainsi les erreurs.

La charge de la mitrailleuse tenant beaucoup moins de place que les obus et les gargousses des canons, il a été facile de restreindre le matériel roulant à six caissons seulement portant chacun trois coffres, et six avant-trains d'affût portant un coffre chacun. Les boîtes contenant les cartouches sont rangées dans ces coffres, dont chacun peut renfermer soixante-douze boîtes vertes et neuf boîtes rouges à balles multiples; ce qui donne par batterie un total de mille sept cent vingt-huit charges de balles simples et deux cent seize charges de balles multiples.

Les charges destinées à renouveler cet approvisionnement sont envoyées aux parcs dans des caisses, dites caisses blanches, qui contiennent chacune trente-six boîtes.

C'est un avantage important du canon à balles de pouvoir porter ainsi une grande quantité de charges avec une seule ligne de caissons. Les voitures des batteries de mitrailleuses sont facilement traînées par quatre chevaux, ce qui réduit aussi le nombre des attelages. Six affûts et leurs avant-trains, six caissons, deux chariots de batterie, une forge de campagne, constituent un ensemble de quinze voitures et de soixante chevaux de trait seulement.

---

# TABLE DE TIR DU CANON A BALLES

## POUR LES BALLES SIMPLES.

| DISTANCES | HAUSSE MÉDIANE. A | HAUSSE LATÉRALE. A | ANGLE de TIR. B | DIMENSIONS DU RECTANGLE circonscrit à la chute des balles. E Largeur. | Longueur. |
|---|---|---|---|---|---|
| Mètres. | Millim. | Millim. | | Mètres. | Mètres. |
| 500 | 19.00 | » | 0° 49' | 3.75 | 99.50 |
| 600 | 25.00 | » | 1 04 | 4.50 | 102.00 |
| 700 | 31.50 | » | 1 21 | 5.25 | 104.50 |
| 800 | 38.50 | » | 1 39 | 6.00 | 107.50 |
| 900 | 46.40 | 21.09 | 1 59 | 6.75 | 111.00 |
| 1.000 | 55.00 | 25.00 | 2 21 | 7.50 | 115.00 |
| 1.100 | 64.50 | 29.31 | 2 46 | 8.25 | 120.00 |
| 1.200 | 75.00 | 34.09 | 3 12 | 9.00 | 125.00 |
| 1.300 | 86.60 | 39.39 | 3 42 | 9.75 | 130.50 |
| 1.400 | 99.40 | 44.89 | 4 14 | 10.50 | 136.50 |
| 1.500 | » | 50.79 | 4 46 | 11.25 | 143.00 |
| 1.600 | » | 57.14 | 5 21 | 12.00 | 150.00 |
| 1.700 | » | 63.99 | 6 00 | 12.75 | 158.00 |
| 1.800 | » | 71.39 | 6 41 | 13.50 | 167.00 |
| 1.900 | » | 79.39 | 7 25 | 14.25 | 176.00 |
| 2.000 | » | 88.04 | 8 13 | 15.00 | 185.00 |
| 2.100 | » | 97.34 | 9 05 | 15.75 | 194.50 |
| 2.200 | » | 107.39 | 10 00 | 16.50 | 205.00 |
| 2.300 | » | 118.24 | 10 50 | 17.25 | 215.00 |
| 2.400 | » | 130.09 | 12 09 | 18.00 | 226.00 |
| 2.500 | » | 142.39 | 13 23 | 18.75 | 237.00 |
| 2.600 | » | 156.19 | 14 37 | 19.50 | 247.00 |
| 2.700 | » | 171.19 | 15 56 | 20.25 | 258.00 |
| 2.800 | » | » | » | 21.00 | 267.00 |

Le colonel de Reffye a également fabriqué des mitrailleuses d'un calibre plus fort.

Dans cette arme, les canons, au nombre de seize au lieu de vingt-cinq, ont un diamètre de 16 millimètres au lieu de 13. Les balles multiples, divisées par cinq pour chaque canon, fourniront quatre-vingts projectiles par chaque coup. Les balles simples, du poids de 100 grammes, porteront à 4,000 mètres, et même à cette distance produiront encore de terribles effets.

Plusieurs de ces mitrailleuses de gros calibre étaient déjà terminées, et allaient être essayées avant d'être mises en service, lorsqu'à la signature de la paix on crut devoir arrêter les travaux des arsenaux de Nantes transportés à Tarbes.

Les ateliers de ces arsenaux, composés d'ouvriers choisis depuis vingt ans et de contre-maîtres du plus grand mérite, furent licenciés; les machines précieuses, valant plusieurs millions, furent abandonnées à la rouille, et les pièces commencées restèrent inachevées.

Une décision suprême est venue depuis consacrer cette impardonnable faute. L'œuvre du plus grand génie mécanique de notre temps est anéantie, et la disgrâce atteint celui pour lequel on n'aurait dû trouver aucune récompense assez haute.



# POUDRERIE DU RIPAULT.

---

La poudre, sa fabrication, ses qualités chimiques et physiques sont peu connues, même de ceux qui l'emploient le plus.

Il est admis dans toutes les combinaisons des armes à feu et de leurs munitions, que la poudre de guerre française est parfaite, qu'elle est toujours identique à elle-même. Confiant dans cet axiome, le constructeur de canons dit, avec la loyauté professionnelle qui distingue si bien nos officiers d'artillerie : « Moi, je ne connais rien à la poudre. Mais mon collègue, qui la fabrique, doit la connaître; je n'ai qu'à demander de la poudre à canon ou de la poudre B, elle sera exactement pareille à celle que j'ai expérimentée il y a dix ans ou l'an dernier. »

D'un autre côté, l'officier qui commande la poudrerie dit avec la même sérénité : « Moi, je n'ai pas à m'inquiéter d'où vient le salpêtre qu'on m'envoie, je n'ai jamais vu fabriquer de salpêtre; j'ai entendu dire qu'on ne le fait plus, comme autrefois, directement avec des matières nitrées françaises, mais bien par la double décomposition du nitrate de soude du Pérou et du chlorure de potassium de Stasfurth en Prusse. Je suppose même qu'il doit rester dans ce nitrate de potasse quelques traces de sels étrangers, ce qui pourrait rendre la poudre légèrement hygrométrique; mais mon devoir est de faire de la poudre avec ce salpêtre. Pourvu qu'au moment où elle sort de la poudrerie la poudre donne aux épreuves l'effet demandé par les règlements, je n'ai pas le droit de m'occuper d'autre chose. »

Une fois qu'il s'est conformé aux règlements très-précis qui régissent la matière, l'officier d'artillerie est calme et tranquille.

Et alors, si aux épreuves de tir d'une arme nouvelle les résultats ne sont pas toujours identiques; si, sur le champ de bataille, les coups sont trop courts ou déviés, on ajoute ces fautes au compte déjà si chargé du *coefficient d'incertitude*, ingénieusement inventé pour endosser toutes les imperfections non expliquées.

Malheureusement, nous avons des voisins qui n'admettent pas, eux, le coefficient d'incertitude, et il faut être bien aveugle pour ne pas voir avec quelle persévérance, quelle prodigalité même ils continuent leurs études pour se procurer une arme absolument sûre.

Ce n'est pas que nous entendions blâmer en quoi que ce soit ce qui s'est fait autrefois; tout était conséquent avec les procédés généraux d'alors, et l'exécution la plus consciencieuse avait justement mis les produits de nos manufactures de l'État au-dessus des produits similaires étrangers. Mais aujourd'hui l'usage des armes *à longue portée* est venu demander des soins nouveaux. Nous sommes dans un siècle précis, la précision est exigeante. La chance, cette locution si usitée en France, est allée retrouver les télégraphes interrompus par les brouillards, les diligences arrivant quand elles pouvaient, les boulets sphériques tombant au petit bonheur.

Avec les armes à courte portée d'autrefois, on tirait à peu près comme à la chasse, c'est-à-dire, en supposant que la marche du projectile est la continuation rectiligne du canon de l'arme. Quelques tireurs, plus attentionnés que les autres, avaient bien remarqué qu'au delà d'une certaine distance le projectile tendait à descendre plus ou moins; ils visaient alors plus ou moins haut, et arrivaient, par l'expérience, à acquérir une relative habileté.

Mais maintenant on tire à des distances telles qu'il n'est plus possible de conserver l'hypothèse de la ligne droite; il faut absolument, au moyen d'une hausse, se rendre un compte mathématique de la courbe devant être décrite par le projectile pour atteindre un point donné. Dans l'excellent livre qu'il vient de faire paraître, le lieutenant-colonel Capdevielle donne à ce sujet

les explications suivantes, pouvant mettre tout le monde à même de comprendre les discussions si à la mode aujourd'hui sur la nouvelle artillerie [1].

« Pour faire un usage intelligent et efficace d'une arme à longue portée munie d'une hausse mobile, il est indispensable d'avoir une idée approximative du trajet que suit la balle et des relations qui existent entre ce trajet et la hausse employée pour diriger l'arme.



» Les principales lois du mouvement dont on déduit les relations en question, sont très-connues dans leurs effets : pas un homme qui ne les ait appliquées maintes fois dès son enfance.

» Lorsqu'on lance une pierre en cherchant à raser le sol, elle retombe non loin du point de départ, après avoir décrit une courbe qui s'infléchit très-peu.

» Si l'on cherche à atteindre plus loin, on lance la pierre plus haut, en lui faisant décrire une courbe plus prononcée.

» Le maximum de distance auquel chacun puisse atteindre avec la force dont il dispose, correspond à une certaine inclinaison de projection, que tout enfant connaît approximativement.

» Une pierre lancée sous une inclinaison plus grande que cet angle limite, monte plus haut, mais retombe moins loin. Ainsi on peut lancer une pierre avec une grande vigueur et la faire retomber à ses pieds, si elle suit en partant une direction très-rapprochée de la verticale.

» D'un autre côté, à égalité d'inclinaison dans la projection, la pierre va d'autant plus loin qu'elle a été lancée avec plus de force. Un homme atteindra plus loin qu'un enfant, plus loin encore avec une fronde qu'avec la main. Qu'au lieu de lancer une balle de plomb à l'aide de la fronde il en vienne à se servir de la poudre, la balle sera projetée à une distance infiniment plus considérable ; mais elle décrira toujours une courbe analogue à celle de la pierre lancée avec la main.

» Avant l'invention de la poudre, on pouvait suivre de l'œil

[1] L'*Armement et le tir de l'infanterie*, par J. Capdevielle. Librairie Dumaine.

la marche des projectiles usités à la guerre. On voyait comment il fallait combiner la force de projection et l'inclinaison du tir pour atteindre un but déterminé. Aujourd'hui, il faut que la pensée remplace l'œil devenu impuissant ; et ce rôle de la pensée est d'autant plus important que les idées erronées sont plus répandues et plus enracinées dans les esprits.

» Toute erreur disparaît lorsqu'on connaît les causes sous l'influence desquelles une pierre décrit une courbe dans l'air, lorsqu'on a établi l'analogie qui existe entre cette courbe et la route suivie par une balle, et qu'on a précisé les lois du mouvement applicables à toute espèce de projectiles.

» Quel que soit le projectile lancé et quel que soit le moyen de projection, la direction première de ce projectile s'appelle *ligne de tir*.

» Le plan vertical qui contient la ligne de tir se nomme *plan de tir*.

» L'inclinaison de la ligne de tir sur l'horizon s'appelle *angle de tir*.

» La courbe suivie par le projectile est la *trajectoire*.

» La distance qui sépare le point de départ du point de chute s'appelle *portée*.

» Toute trajectoire est décrite dans les conditions suivantes : le projectile monte jusqu'à une certaine hauteur, en vertu d'une force ascensionnelle, et il redescend ensuite par l'effet de la pesanteur. Pendant le temps de l'ascension et de la descente, la vitesse de cheminement agit, de telle sorte que, lorsque le projectile revient à terre, il se trouve fort loin du point de départ. On sait que cette distance entre le point de départ et le point d'arrivée se nomme *la portée* ou *l'amplitude du jet*. La hauteur où le projectile est monté en vertu de la force ascensionnelle se nomme *la hauteur du jet*. . . . . . . . . . . . . .

» Pour faire arriver un projectile sur un point donné, le problème à résoudre consiste à combiner la vitesse ascensionnelle et la vitesse de cheminement, de manière que la chute du mobile s'achève juste au moment où la vitesse de cheminement l'amène sur la verticale qui passe par le but à atteindre. »

Pour obtenir ce résultat, il faut non-seulement que le projectile puisse venir tomber jusqu'à la distance voulue, mais il faut aussi qu'il y soit projeté le plus rapidement possible; car plus il sera mû rapidement, plus la force de cheminement l'emportera sur les autres forces.

Plus la trajectoire sera tendue et se rapprochera de la ligne droite, moins il y aura de chances d'erreur.

Le dessin de l'arme, la forme du projectile, la proportion entre le poids du projectile et le poids de la charge sont les éléments qui ont été étudiés pour obtenir cette tension de la trajectoire.

Mais si, par une raison quelconque, soit présence d'un sel hygrométrique dans le salpêtre, soit défaut dans l'emballage et le transport, la poudre en perdant de sa siccité a perdu une quantité même peu importante de sa force de propulsion, la vitesse initiale se ralentissant, la trajectoire se détend et le but n'est pas atteint.

Si, d'autre part, la disposition physique de la poudre n'est pas identique à celle de la poudre qui a servi aux expériences pour graduer la hausse et calculer la résistance des parois de l'arme, c'est-à-dire, si, même sous le même poids, les grains sont plus nombreux ou même autrement répartis que dans la charge-type, non-seulement la trajectoire est modifiée, mais encore la sécurité de l'arme est compromise : elle peut être déformée ou même se briser, ce qui est arrivé à presque tous les canons de 7 qu'on a voulu tirer avec des sachets de poudre libre.

L'identité absolue chimique et physique de la poudre doit donc être de plus en plus la préoccupation des fabricants de poudre.

Tout dans les manufactures est déjà disposé vers ce but, et comme on le verra par la description que nous allons faire du Ripault, il n'y a plus que quelques précautions de détail à prendre pour arriver à une réalisation presque absolue du problème.

Mais, avant de commencer cette description, il faut revenir en arrière, et sans chercher à remonter aux origines de la poudre,

il est bon cependant de demander aux auteurs les mieux renseignés un court historique de cette invention, qui joue malheureusement un rôle si important dans les relations internationales, où l'on semble de plus en plus porté à faire « parler la poudre », comme disent les Arabes, au lieu de laisser la parole à la raison et au bon vouloir.

Nous nous en tiendrons au récit de MM. Bottée et Riffault dans leur *Traité de l'art de fabriquer la poudre à canon*, édité en 1811, très-bon et très-beau livre, dont on a sans discernement laissé brûler ou mettre au pilon l'édition presque tout entière et dont il reste à peine quelques exemplaires.

« La découverte des effets que peut produire le mélange du nitre, du soufre et du charbon, paraît dater de temps très-reculés. On croit assez généralement pouvoir l'attribuer aux Chinois, qui, ayant les premiers fait usage de ces matières pour la pyrotechnie, essayèrent les premiers aussi d'en former une composition dont ils trouvèrent le moyen de se servir avec le plus grand avantage dans des instruments de guerre. Si l'on peut ajouter quelque foi aux récits des navigateurs portugais, qui, ayant abordé sur les côtes de la Chine, purent se procurer quelques notions de tradition sur cet antique et vaste Empire, un de ses souverains, du nom de *Vitey*, s'aida de canons, plusieurs siècles avant notre ère, contre les Tartares, qui lui faisaient la guerre. Depuis, les Chinois ayant entrepris la conquête du royaume de Pégu, ils y conduisirent du canon. Ce serait donc de la Chine que la connaissance de la poudre et de la machine dans laquelle on en faisait usage, se serait répandue chez d'autres nations, soit par la Tartarie, soit par les Arabes, qui trafiquaient sur les mers des Indes, ou enfin par les Portugais et les Hollandais, que la navigation porta vers ces contrées lointaines. On prétend que le souverain de la Chine, qui fit l'essai de cette invention contre les Tartares, sut profiter adroitement de leur état d'épouvante et d'effroi pour faire courir le bruit qu'il la tenait de Jupiter lui-même, dont la protection signalée lui avait fourni ce moyen de lancer la foudre sur ses ennemis : et si l'on considère la difficulté qu'il y a toujours eu,

et qui existe encore, de communiquer avec ce pays, on jugera facilement que l'usage de la poudre et du canon, dont les Chinois se faisaient gloire d'être les inventeurs, sera demeuré pendant très-longtemps particulier à ce peuple. Bien des siècles se seront donc écoulés avant que leur secret ait pu leur être dérobé.

» Il paraît cependant que Roger Bacon, philosophe du treizième siècle, était bien sur la voie de cette découverte, lorsqu'il disait, dans son traité *De nullitate magiæ,* qu'en renfermant le mélange du nitre, du soufre et du charbon dans quelque chose de creux et de bouché, on parvenait à imiter les éclairs, et à produire plus de bruit et d'éclat qu'un coup de tonnerre.

» Il y a lieu de s'étonner qu'on se soit borné à ces essais, à ces résultats connus du mélange du nitre, du soufre et du charbon : car, soit qu'on n'ait songé que plus d'un siècle après à en tirer parti, soit que, sans s'en être occupé davantage, on ait eu en effet connaissance de ce qui se faisait, depuis plus de deux mille ans peut-être, à la Chine, ce qui paraît très-probable, c'est que ce fut seulement sous la troisième race, et pendant le règne de Philippe de Valois, qu'on fit pour la première fois en France usage de la poudre et du canon.

» Suivant le dernier des continuateurs de Velly, le trésorier des guerres, Barthélemi de Drack, fait dépense, dans ses états présentés à la Chambre des comptes, pour l'année 1338, de l'argent donné à Henri de Faméchon, pour achat de poudres et autres choses nécessaires aux canons qui étaient devant Puy-Guillaume, château fortifié en Auvergne. D'un autre côté, on voit, dans la Chronique de Jean Froissart, que le duc Jean de Normandie, fils aîné de Philippe de Valois, faisant, en 1339, une incursion dans le Hainaut, se présenta devant le Quesnoy; et à cette occasion il est dit, en parlant de la marche de son armée : *Ceux qui chevauchoyent devant, viendrent devant le Quesnoi, jusqu'aux barrières, et firent semblant d'assaillir; mais il étoit si bien pourveu de bonnes gens d'armes et de grande artillerie, qu'ils eussent perdu leur peine; non pourtant ils ecarmouchèrent un petit devant les bailles; mais on les fit retraire, car ceux du Quesnoi décliquèrent*

*canons et bombardes qui gettoyent grands quarreaux*[1], etc. Enfin, selon Anquetil, ce fut ce même duc Jean de Normandie qui employa, pour la première fois, des canons et bombardes au siége de Trin-l'Évêque, château et petite place près de Cambrai, dont il s'empara; et il paraît que ce siége eut lieu en 1339.

» On doit cependant observer ici que Flurance Rivault, dans ses *Éléments d'artillerie*, édition de 1608, prétend qu'il faut assigner une autre signification aux termes de canons et de bombardes, dont Froissart fait usage en parlant de l'attaque du Quesnoy par le duc Jean de Normandie; et s'il en était ainsi, cette signification devrait également s'appliquer aux mêmes expressions dont Anquetil s'est servi depuis, relativement au siége de Trin-l'Évêque. Suivant Flurance Rivault, il faut plutôt interpréter ce passage et autres semblables, *des machines à pierres qui estoient bandées comme arbalestres, et se braquoient à certains points comme un niveau ou quadran, qui se nommoit* CANON, *c'est-à-dire règle et loi de la machine. Les autres prenoient leur force par l'esbranlement d'un gros arbre qui estoit suspendu en balance, et qui lasché de grand bransle, alloit du bout frapper roidement une pierre exposée à cela, et l'envoyoit fort loin avec une extrême violence; et de ce balancement la machine s'appeloit* CANON, *parce que proprement* CANON *est le styl de la balance ou du trébuchet qui fait paroître l'égualité ou inégualité du poids*[2]. *Quant aux bombardes, ce pouvoient estre quelques armes qui menoient bruit au deslacher qu'elles faisoient, et en fut pris le mot du grec, qui signifie proprement mener le bruit des mouches à miel, et depuis a été transféré à mille autres sons, et principalement à la rumeur du tonnerre*, etc. Il est à remarbuer que Flurance Rivault, en faisant ces observations, ajoute, pour leur donner sans doute plus de poids, que si ce que dit Froissart pouvait en effet s'entendre de nos canons, *il fauldroit*

[1] Ces *quarreaux* pouvaient être des morceaux de fer de forme carrée, dont les canons et bombardes étaient chargés; car d'Aubigné donne ce même nom de quarreaux, du temps de Henri IV, à des balles de pistolet, parce que apparemment on se servait quelquefois de balles carrées.

[2] Il paraît beaucoup plus vraisemblable que le mot *canon* vient de *canna*. On donna ce nom d'abord aux nouvelles machines de guerre qui l'ont conservé jusqu'à nos jours; on l'étendit par la suite aux armes à feu d'un très-petit calibre, que l'on pouvait porter et remuer avec la main.

*que nos ancestres en ussent usé devant Italiens et Allemans, et les premiers de l'Europe;* c'est ce qui ne lui paraît pas possible d'admettre.

» Nous n'entreprendrons point de discuter ici le mérite de cette explication de Flurance Rivault : nous nous bornerons à dire qu'elle ne nous paraît pas de nature à prévaloir sur le fait positif de l'article de dépense, porté en 1338 sur les comptes du trésorier de la guerre, fait avoué par la plupart de nos historiens et chronologistes, et plus particulièrement affirmé par Ducange, qui dit avoir vu le registre de la Chambre des comptes, pour l'année 1338, qui fait mention de l'objet de dépense dont il s'agit. Il n'y a rien d'ailleurs, dans la citation de ce fait, qui puisse donner lieu à la moindre ambiguïté sur le sens des termes; car on ne doit pas douter que les canons, pour le service desquels on faisait alors achat de poudre, ne fussent bien réellement les mêmes machines dont on a continué depuis à faire usage de même avec emploi de poudre, soit que dans ce temps-là ils lançassent des pierres, ou tous autres corps que les boulets et la mitraille dont on les chargea par la suite [1].

» Nous pensons donc qu'on peut considérer cette époque de 1338, comme étant celle qui nous présente la date la moins incertaine du premier usage connu des canons dans les armées françaises. Mais si, en 1338, on avait fait achat de poudre pour les canons, il est bien évident que le moyen de fabriquer cette matière était déjà mis en pratique. Il nous faut donc encore rapporter à des temps antérieurs la connaissance et la première exécution du travail de l'extraction du salpêtre, et de son emploi en confection de poudre pour les canons, dont l'usage précéda de plus d'un siècle celui des autres armes à feu; et puisque toute autre indication bien précise, qui pourrait aider à en déterminer l'époque, nous manque, nous nous bornerons

[1] Une découverte faite à Paris en 1712, dans une maison de la rue Neuve-Saint-Paul, prouve qu'en effet on faisait usage dans les canons de boulets de grès. Des manœuvres, travaillant dans le jardin de cette maison, trouvèrent à trois pieds environ de profondeur dans la terre 99 boulets de grès, depuis 25 jusqu'à 10 pouces de diamètre, et les poids de ces boulets étaient de 182 à 50 livres. On a vu de plus, dans un compte de l'artillerie de l'an 1487, un article de dépense pour façon de boulets de fer et pierres de grès.

à la fixer à l'an 1336. C'est à cette époque que se rattache nécessairement l'origine des poudres et salpêtres en France; et c'est par conséquent à dater de ladite année 1336, que nous allons essayer d'en tracer l'histoire.

» C'était, en 1336, le *grand maître des arbalétriers,* le premier officier militaire après les deux maréchaux de France, dont l'autorité très-grande alors s'étendait sur presque tous les corps de l'armée, qui avait dans sa dépendance toutes les machines de guerre portant déjà la dénomination générale d'*artillerie.* Il était défendu d'en faire ailleurs que dans les *fabriques* établies pour la confectionner, et on la gardait dans les forteresses ou dans les châteaux des grandes villes. Il y avait à cette époque des *maîtres d'artillerie,* des *maîtres* et *fabricants d'artillerie,* des *préposés aux artilleries,* des *gardes et visiteurs de l'artillerie;* mais tous, même ceux qui, vers la fin du quatorzième siècle, reçurent les titres de *souverain maître des artilleries de France,* de *général maître des artilleries du Roi,* étaient subordonnés au grand maître des arbalétriers.

» Ce serait donc sous les ordres de Pierre de Galart, grand maître des arbalétriers, de 1310 à 1339, que les maîtres de l'artillerie, chargés de tout ce qui concernait les machines de guerre, le furent pour la première fois de la fabrication ou de l'achat des canons et de la poudre, en rendant directement compte de cette partie nouvelle de leur service au grand maître des arbalétriers, qui, par les attributions de son office, devait seul en connaître; de même qu'il était l'ordonnateur unique de toutes les dépenses qui y étaient relatives.

» On ne trouve rien, ni dans Fontanon, ni dans le *Recueil des Édits et Ordonnances des Rois de la troisième race,* par Villevault, qui ait rapport au service des poudres, avant l'an 1540. Il doit paraître étonnant que, dans un intervalle de temps aussi long, il n'en ait été fait aucune mention dans la suite des actes authentiquement émanés de la souveraineté; mais il nous semble qu'il y a moyen d'expliquer comment, en effet, il en a pu être ainsi.

» On jugera facilement, sans doute, que le service du canon

dut être d'une bien faible importance, tant que ce fut la seule bouche à feu dont on fit usage.

» Suivant le père Daniel, dans son *Histoire de la Milice française*, ce fut l'arquebuse à croc, se braquant sur une espèce de trépied, dont l'invention succéda immédiatement à celle du canon. On donna longtemps après, vers la fin du règne de Louis XII, le même nom à une espèce d'arme à feu dont le canon était monté sur un fût qui avait une crosse pour coucher en joue. Cette arquebuse devint ensuite l'arme à feu ordinaire des soldats dans les troupes. Après cela, furent connus le pétrinal, le mousquet, etc.

» On voit donc que l'époque où le nombre des différentes espèces d'armes à feu s'augmenta, où l'usage dans les armées en devint plus grand et plus habituel, s'accorde assez bien avec celle de l'ordonnance de François Ier, sur le fait des poudres et salpêtres, la plus ancienne qui soit parvenue jusqu'à présent à notre connaissance.

» Le droit royal de recherche, amas et fabrication du salpêtre s'exerça, dès les premiers temps où il dut être établi, par des particuliers pourvus à cet effet, à Paris et dans les différentes provinces du royaume, sous le nom de *salpêtriers*, de commissions délivrées par le grand maître des arbalétriers. Les salpêtriers étaient tenus de porter tout le produit de leur travail dans un certain nombre de magasins et arsenaux, placés en divers lieux les plus à la convenance, et qui leur étaient désignés par arrondissement fixé. Là, le salpêtre était reçu par des officiers de l'artillerie, chargés de l'acheter et de le payer à des prix convenus ou débattus, et la dépense en était portée et allouée dans les comptes des trésoriers généraux de l'artillerie.

» Les salpêtriers, munis de commissions en forme du grand maître des arbalétriers, avaient le droit de requérir, de toutes personnes, l'ouverture et l'entrée des maisons, cavernes, celliers, caves, rochers, et autres lieux où il se pouvait trouver du salpêtre, et il leur était permis de prendre *quittement*, pour en faire la composition, les terres et matières qui y étaient propres.

» Le raffinage de ce salpêtre et la confection des poudres se

faisaient dans les magasins et arsenaux du Roi [1], par des officiers de l'artillerie, et autres commis à cet effet, sous l'autorité du grand maître des arbalétriers, et par des particuliers à qui le Roi accordait des priviléges spéciaux pour pouvoir construire des moulins à poudre. Ces privilégiés, désignés par la dénomination de *faiseurs et compositeurs de poudres*, avaient la faculté de recueillir les salpêtres de salpêtriers établis dans l'étendue du département limité par leurs priviléges. Ils étaient également astreints à porter toutes les poudres qu'ils pouvaient fabriquer dans les magasins et arsenaux qui leur étaient affectés; elles y étaient, comme le salpêtre des salpêtriers, reçues et payées à prix d'achat convenu, des deniers des trésoriers généraux de l'artillerie.

» Enfin, la vente des poudres et des salpêtres se faisait, dans les magasins et arsenaux indiqués à certains jours de la semaine, par des officiers de l'artillerie. Le grand maître des arbalétriers déterminait la quantité des poudres qui pouvaient être vendues, et elles l'étaient à des prix fixés par le Roi, de même que le salpêtre à celui déterminé pour les maîtres des monnaies, orfévres et affineurs, auxquels il était défendu, sous des peines très-sévères, d'en abuser, et de le convertir en poudre.

» Les deniers de la vente des poudres et salpêtres devaient être employés au *faict* de l'artillerie.

» L'office du maître général de l'artillerie, démembré en 1420 de la charge du grand maître des arbalétriers, était devenu une charge indépendante dont l'importance s'accrut à mesure que le système de la guerre changea de nature. Le service des armes à feu de l'armée, et par conséquent celui des salpêtres et poudres, passa donc dès lors dans les attributions du maître général de l'artillerie, qui en fut l'ordonnateur en chef, comme l'avait été jusque-là le grand maître des arbalétriers. Ainsi, ce service était, en 1540, sous les ordres de Jean de Taix, alors et dernier maître général de l'artillerie, ce titre ayant été remplacé, en 1543, par celui de *grand maître de l'artillerie*.

[1] Il paraît que dès les premiers temps ce fut dans les arsenaux et magasins établis à Paris, Lyon, Tours et Troyes, que se fit le travail de raffinage du salpêtre et de la confection des poudres.

» . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . .

» Sur le compte qui fut rendu à François I[er] du trafic que faisaient les salpêtriers de leur salpêtre à des étrangers, qui le transportaient hors du royaume, il rendit, le 28 novembre 1540, à Fontainebleau, la première ordonnance qui nous soit connue, de notre législation sur les poudres et salpêtres, par laquelle il fit défenses à toutes personnes généralement quelconques, sur peine de la *hart* et confiscation de corps et biens, qu'ils n'eussent à vendre, trafiquer ni marchander les salpêtres cueillis et amassés dans son royaume, pays et seigneuries de son obéissance, à aucuns étrangers, ni autres, ni iceux transporter et souffrir être transportés hors du royaume sans congé ni licence, ni les retenir ou recéler. . . . . . . . . . . . . . .

» Cinq années après, Henri II, voulant, sans doute, remédier d'une manière plus efficace à des abus de ce genre, qui avaient compromis l'approvisionnement nécessaire de ses magasins pour la défense du royaume, ordonna, par son édit de 1547, que les villes et communautés du royaume seraient tenues de fournir, par chacun an, dans des magasins dénommés dans l'édit, la quantité de huit cents milliers de salpêtre, bien et dûment conditionnés, qu'elles payeraient de leurs deniers communs, patrimoniaux et d'octroi.

» Par cette mesure, Henri II assurait d'une manière bien tranquillisante, en même temps qu'elle était peu onéreuse pour son trésor général de l'artillerie, l'approvisionnement de ses magasins, puisqu'il pouvait toujours au moins compter sur les huit cents milliers de salpêtre des villes et communautés, qui devaient ne lui rien coûter. . . . . . . . . . . . . . . . »

Cependant cet édit eut l'inconvénient d'établir de la confusion parmi les salpêtriers, dont les uns travaillaient pour les villes et communautés, et les autres pour les magasins et arsenaux du Roi. Il en résulta de plus grandes facilités pour les contraventions et les abus, qui se propagèrent et se multiplièrent de plus en plus. D'un autre côté, la nécessité d'une recherche beaucoup plus étendue, plus exacte, faite par un plus grand nombre d'agents se nuisant les uns les autres, et vraisemblable-

ment exercée avec moins de réserve et de ménagement, provoqua la résistance des particuliers. Plusieurs refusèrent l'ouverture de leurs maisons et autres lieux pour y faire la recherche du salpêtre, et de prêter aucune aide et assistance dans leurs travaux aux salpêtriers, contre lesquels déjà l'animosité commençait à s'établir. Il fallut donc encore recourir à l'autorité du Roi; et sur les représentations qui furent faites alors à Charles IX, intervint une ordonnance rendue à Blois au mois de mars 1572. Elle portait l'annulation de toutes commissions de salpêtriers, même de ceux travaillant pour les magasins et arsenaux du Roi, à la charge par eux de les faire renouveler, s'il y avait lieu, dans l'espace de trois mois. Par cette ordonnance, il était expressément défendu auxdits salpêtriers de faire aucune recherche de salpêtre, ni de le raffiner, et à toutes autres personnes, de quelque état et qualité qu'elles fussent, de faire ni composer poudre à canon, « soit ès villes, châteaux, maisons publiques ou privées, villages, bourgs et bourgades, ni en quelque autre lieu que ce fût, et y dresser moulins et autres *engins* à battre poudre, fors dans les magasins et arsenaux du Roi, par ceux qui étaient ou seraient établis par commission en forme du grand maître de l'artillerie. Pareilles défenses étaient faites de transporter ni vendre des salpêtres et poudres dans le royaume et hors icelui, ni d'en retenir et recéler en quelque lieu que ce fût. »

Mais après avoir annulé les anciennes commissions, Charles IX en créa d'autres par lesquelles les salpêtriers furent favorisés de tant de priviléges de toute sorte qu'ils en usèrent bientôt sans discrétion, et qu'il fallut de nouveau régler leurs droits.

« Il fut enjoint aux salpêtriers de ne se servir, pour la recherche du salpêtre dans les maisons, granges, étables, caves, celliers et autres lieux *manables*, que de l'*escouvette de grosse bruyère et brossette*, sans user de *ratissoüers*, ainsi qu'ils avaient accoutumé, attendu les abus qui s'étaient commis ci-devant. Mais cette restriction ne s'appliquait point au gouvernement de l'Isle de France et de Paris, où il était permis aux salpêtriers d'user desdites *ratissoüers*, sans lesquelles ils étaient censés ne

pouvoir tirer le salpêtre des lieux où il a coutume de *naistre et croistre, mesmement* des murailles, aires des étables, celliers et caves. Cependant, afin qu'ils n'en pussent faire dommage aux propriétaires desdits lieux manables, il leur était très-expressément défendu d'user desdites ratissoüers du poids de plus d'un quarteron de livres en fer et manche, et les instruments devaient être marqués des armes du grand maître de l'artillerie, pris chez des forgeurs de l'arsenal de Paris, et non ailleurs, à peine de punition corporelle. Dans les lieux inhabitables, les salpêtriers pouvaient se servir de ratissoüers, marteaux, pics, pelles, hoyaux et tranches; ensemble prendre les outils nécessaires pour le port et voitures des matériaux propres à faire et composer salpêtre, en payant raisonnablement, et de gré à gré, hors les terres et matières qu'ils devaient recueillir, et enlever franchement et gratuitement. »

Trente magasins furent établis par Henri III pour recevoir les huit cent mille livres de salpêtre dont l'édit d'Henri II avait imposé ses bonnes villes, « bailliages et sénéchaussées. »

C'est dans ces trente magasins que tout le salpêtre à fournir par les villes et communautés, et à livrer par les salpêtriers établis par commissions du grand maître de l'artillerie, devait être conduit et apporté franchement et quittement, au moyen de certificats des maires, échevins et consuls, sans payer aucuns subsides ni impôts, et sans que les maîtres des ports, péages et passages les pussent arrêter.

Dans chacun de ces magasins il devait être vendu, en certains jours de la semaine, par les officiers de l'artillerie, et après que le grand maître en aurait retenu un certain nombre pour le Roi, de la poudre, à raison de treize sols la livre, et la grosse graine à dix sols la livre; et le salpêtre, aux maîtres des monnaies, orfévres et affineurs, à dix sols la livre.

En 1628, Louis XIII renonça à ces huit cent mille livres de salpêtre qui n'étaient plus livrées gratuitement, mais au prix de « quatre sols la livre » pour faire, avec Nicolas Japin, un marché de deux cent mille livres, au prix de « huit sols. »

Mais Japin exécuta si mal son marché qu'on fut forcé d'avoir

recours, « pour l'approvisionnement des magasins qu'exigeaient la sûreté et la défense de l'État, aux étrangers qui, profitant des circonstances, survendaient la poudre, et tiraient ainsi l'argent hors du royaume. »

Son bail fut cassé, on créa un surintendant général des poudres et salpêtres, et l'on changea la fourniture de huit cent mille livres de salpêtre en un impôt en argent, représentant seulement deux cent cinquante mille livres.

En 1634, François Sabathier proposa « de se charger de faire plus de salpêtre des voiries, boues et vidanges des basses fosses de la ville de Paris, qu'il n'en serait besoin pour les fournitures des magasins du Roi et pour ceux du public. »

Le Roi, séduit par ces promesses, se hâta de rendre, en 1635, une ordonnance « portant expresses inhibitions et défenses sous des peines pécuniaires et corporelles », de faire du salpêtre et de la poudre ; « au moyen de quoi tous les ustensiles, engins et moulins desdits salpêtriers et poudriers seroient rompus et démolis. » Ce qui, naturellement, porta un tel trouble dans cette fabrication que, pendant quatre ans, la France fut forcée d'acheter aux étrangers « et de faire sortir du royaume de fortes sommes d'argent » pour se procurer la poudre et le salpêtre dont elle avait besoin « pour sa conservation. »

François Sabathier n'ayant pu réussir dans son entreprise, après bien des hésitations et des ordonnances contradictoires, le Roi se détermina, en 1664, à confier toute la fabrication des poudres et salpêtres à François Berthelot, qu'il combla d'indemnités de toute nature, y compris l'exemption du logement des gens de guerre, charge aussi lourde que fréquente.

En 1677, ne voulant plus payer de ses deniers les poudres fournies par Berthelot, le Roi modifia son bail de telle sorte, « qu'en élevant le prix de la vente aux particuliers de la poudre à giboyer, » le commissaire général de l'artillerie, poudres et salpêtres, devait fournir gratuitement au Roi la poudre de guerre dont il avait besoin. — La quantité à livrer « dans les magasins de ses places frontières et dans ses arsenaux de marine » était de huit cents milliers de poudre par chacun an, pendant l'es-

pace de six années, à la condition de vente exclusive par ledit Berthelot, « des poudres au public, à raison de vingt-quatre sols la livre de poudre à giboyer, douze sols celle à mousquet, et neuf sols celle destinée pour les vaisseaux et bâtiments de mer. Lesdites poudres devaient être vendues par des commis auxquels Berthelot ferait délivrer des commissions en la manière accoutumée, dont il lui serait payé six livres pour chacune desdites commissions. Défenses étaient faites auxdits commissionnaires d'exposer ni de vendre des poudres à mousquet pour celles à giboyer, ni de les mélanger. Ces poudres devaient être vendues en barils ou paquets marqués de l'empreinte des armes du Roi, et il leur était défendu de distribuer d'autres poudres que celles qui leur auraient été fournies. »

Ce procédé de ferme générale dura cent dix années, pendant lesquelles les familles Berthelot et Vivant Micault eurent presque seules le privilége de fournir gratuitement de la poudre au Roi et de la vendre au public.

Mais ce ne fut pas sans un nombre infini d'ordonnances et de réglementations de toute nature, incessamment cassées, renouvelées et modifiées.

L'une de ces ordonnances, de 1686, fait connaître les falsifications introduites dans la fabrication et indique les épreuves que devront subir les poudres à leur réception dans les magasins royaux.

« Il fut défendu, par une ordonnance du Roi, du 4 avril 1686, aux fournisseurs généraux des poudres de son royaume, d'employer dorénavant dans la confection des poudres qu'ils feraient faire du salpêtre qui ne fût pas de trois cuites, parfaitement dégraissé, dessalé, ni d'autre charbon que celui de bois de bourdaine; et il leur fut enjoint de faire battre lesdites poudres dans le mortier, pendant le temps au moins de vingt-quatre heures; le Roi voulut encore que désormais il ne fût livré dans ses magasins aucune poudre à gros grain, nommée vulgairement poudre à canon, mais bien qu'elle fût toute du grain de celle connue ordinairement sous le nom de poudre à mousquet; et comme il avait été informé de la variété des éprouvettes dont

on s'était ci-devant servi pour connaître la force et la qualité des poudres, son intention était qu'à l'avenir les poudres fournies dans ses magasins fussent toutes éprouvées avec de petits mortiers fondus et fabriqués de manière qu'étant attachés sur un madrier, ils se trouvassent justement pointés à quarante-cinq degrés d'élévation; que les chambres desdits mortiers pussent contenir quatre onces de poudre, et qu'elles fussent alésées de façon à être également larges à l'entrée desdites chambres et du côté des lumières, et que la lumière vînt justement aboutir au fond de ladite chambre; le mortier devait être d'un diamètre convenable pour contenir un boulet de fonte pesant soixante livres poids de marc. Il était fait défenses expresses de recevoir aucune poudre dont deux onces poids de marc, mises dans la chambre d'un desdits pareils mortiers sans y être battues, ne pousseraient pas le boulet de soixante livres, mis au-dessus sans aucun tampon ni plateau, à cinquante-cinq toises composées de six pieds mesure de Roi. Mais l'exécution de cette ordonnance ne remplit pas d'abord convenablement son objet, parce que des mortiers ayant été fondus à chambres plus étroites et plus profondes, et employés avec des boulets de soixante livres trop justes, il en était résulté que la même poudre, dont une once mise dans un des mortiers avec lesquels les premières épreuves avaient été faites, qui ne portait le boulet qu'à quinze toises, le portait à trente-cinq dans l'un des susdits mortiers nouvellement faits. Le Roi crut donc devoir interpréter son ordonnance du 4 avril précédent par une autre du 18 septembre de la même année, à laquelle même fut joint le dessin en profil des mortiers dont on devait exclusivement faire usage pour les épreuves des poudres. Le Roi voulut que trois onces de poudre, mises sans être battues dans ces mortiers, exactemeut et uniformément faits dans les dimensions du modèle, et avec le vent qui y était marqué, portassent le boulet de soixante livres à une distance au delà de cinquante toises de six pieds mesure de Roi dudit mortier mis de niveau et parfaitement pointé à quarante-cinq degrés d'élévation; et enfin toutes les poudres fournies avant l'ordonnance, et qui pourraient avoir besoin de radoub, ne

devaient plus être reçues dans les magasins des places, après le radoub, qu'elles n'eussent été rendues en état de porter, dans lesdits mortiers, le boulet au delà de quarante-cinq toises, avec la charge de trois onces, mise avec les précautions prescrites. »

Cette instruction servit de règle jusqu'en 1769, où intervint un nouveau règlement : « Le travail de la confection des poudres s'était perfectionné depuis de manière à excéder de beaucoup cette limite. Le Roi, voulant maintenir les résultats d'une meilleure fabrication, et chercher à en obtenir, s'il était possible, de plus satisfaisants encore, fit rédiger et publier, par son ordre, une instruction signée de sa main, à Fontainebleau, le 25 octobre 1769, portant règlement sur le mode d'épreuve et de réception des poudres de guerre.

» L'instruction, en forme d'ordonnance, ne change rien aux dimensions du mortier-éprouvette, réglées en 1686, mais elle détermine les cas de détérioration et de réforme de ces instruments; elle prescrit la manière dont les épreuves devront être faites, et leur résultat convenablement constaté; elle spécifie le mode, la nature et les dimensions de l'embarillage des poudres livrées; et enfin, elle établit leur portée.

» Les officiers d'artillerie chargés de procéder aux épreuves des poudres, devaient vérifier avec la plus grande exactitude, en présence des commissaires de la régie, les diamètres intérieurs des mortiers, ainsi que les lunettes servant à calibrer les globes au moyen d'une double règle divisée de point en point par des lignes transversales vérifiées chaque fois sur l'étalon de l'arsenal le plus voisin. L'âme d'un mortier d'épreuve se trouvant évasée, dans un de ses diamètres, d'un tiers de ligne quatre points, ce mortier devait être réformé. Il en était de même des globes, non-seulement lorsque le cercle sur le plan duquel tombe perpendiculairement l'axe du mortier quand le globe est bien placé, aurait quatre points de moins, mais encore quand son diamètre, combiné avec celui du mortier, procurerait quatre points de vent de plus que celui fixé. Il y aurait enfin lieu à réforme d'un mortier d'épreuve dans le cas d'évasement

de la lumière, dans un de ses diamètres, d'une ligne au delà de celui qu'elle devait avoir.

» L'officier d'artillerie, chargé de l'épreuve des poudres présentées à la réception par le fermier, pouvait choisir à son gré un dixième des barils de deux cents livres, et un vingtième de ceux de cent livres, et après en avoir vérifié le poids, y prendre un échantillon de la poudre de chacun de ces barils pour être éprouvé. Une charge de trois onces de chacun de ces échantillons devait, pour que la poudre fût reçue, donner à l'épreuve ordinaire au mortier une portée de quatre-vingt-dix toises. La poudre était rebutée si la portée n'était que de soixanze-quinze toises. Les poudres, après leur radoub, ne pouvaient être de réception qu'à la portée de quatre-vingts toises, et à celle de soixante-six toises elles étaient dans le cas du rebut. »

Toutes ces ordonnances n'ayant cependant pas amené encore un résultat satisfaisant, le contrôleur général des finances, Turgot, se rendit compte de la nécessité pour l'État d'avoir directement l'administration des salpêtres et des poudres.

En effet, les fermiers faisaient d'énormes bénéfices en exploitant leur privilége de vente au public, et comme la redevance de leur bail consistait seulement dans le bas prix auquel ils étaient tenus de vendre leur poudre au Roi, il arrivait souvent que le Roi prenant peu de poudre, quelquefois même n'en prenant pas du tout, le bail du fermier se trouvait en quelque sorte gratuit.

Mais là n'était pas le plus grand mal; on avait découvert dans l'Inde d'importants gisements de salpêtre, et les fermiers, pouvant ainsi s'en procurer à bien moins de frais, avaient presque abandonné la fabrication intérieure, qui, mal payée de ses travaux, n'en était que plus âpre à la conservation de ses priviléges, et plus tyrannique dans les exactions vis-à-vis des particuliers.

Turgot « put considérer que, depuis plusieurs siècles, c'était de l'Inde que se tirait la plus grande partie du salpêtre qui se consommait en Europe; et que, par conséquent, la puissance qui avait le plus de prépondérance dans cette partie du globe

pouvait gêner toutes les autres pour leur approvisionnement en cette matière de nécessité absolue, et même en faire éprouver la privation à celle qu'elle aurait intérêt d'attaquer. Il sut que la France, tant que la récolte du salpêtre avait été négligée dans ce royaume, s'était trouvée pour cet objet de munition première à la merci des Hollandais, de la Compagnie des Indes et des Anglais. Il fut à même de se convaincre que, dans la guerre de 1756, durant laquelle les retours de l'Inde étaient devenus de la plus grande difficulté, parce que les Anglais dominaient les mers, la France avait encore été forcée de recourir à la Hollande, qui, abusant alors de l'empire des circonstances, et augmentant ses prix à mesure des demandes, avait fait payer si cher à la France le secours en ce genre qu'elle lui avait procuré, qu'à défaut d'argent le Roi aurait fini par manquer de salpêtre, si la guerre eût continué plus longtemps.

» *Le ministre, voulant mettre au rang de ses premiers devoirs d'éviter désormais à la France le danger d'une semblable position,* s'empressa de recourir aux avis et aux lumières d'hommes expérimentés et instruits, qu'il savait être dans le cas de lui fournir des documents certains sur cet objet de sa sollicitude. Aidé de leurs observations, il ne tarda point à reconnaître que la France était peut-être la seule parmi toutes les nations de l'Europe qui pût trouver dans son propre sol des ressources assez abondantes, non-seulement pour suffire à ses propres besoins, mais encore pour pourvoir à tous ceux du commerce extérieur, et aider les puissances alliées. Fort de cette certitude, le ministre n'avait plus qu'à s'occuper des moyens de mettre à exécution le dessein qu'il avait formé d'affranchir son pays de toute dépendance étrangère et humiliante, pour une matière indispensablement nécessaire à sa défense; mais il se persuada que, pour obtenir cet heureux résultat au moyen de produits en salpêtre de l'intérieur de la France, il ne fallait plus en laisser l'exploitation à l'entreprise et aux calculs d'une opération financière, et qu'il devenait indispensable que ce service si important rentrât tout entier, *comme un attribut inaliénable de la souveraineté,* dans la main du gouvernement. »

Poussé par cette conviction de son ministre, Louis XVI, le 28 mai 1775, ordonna qu'à compter du 1er juillet suivant la fabrication, la vente et le débit des poudres et salpêtres dans toute l'étendue du royaume, seraient faits pour le compte et au profit du Roi.

Jean-Baptiste Bergaud, cautionné par le Faucheux, Clouet, Lavoisier et Barbault de Glatigny, fut le premier administrateur de la régie des poudres et salpêtres. Mais, comme il fallait rembourser les anciens fermiers et faire les frais de la nouvelle entreprise, il y eut encore dans cette régie des conditions financières qui devaient disparaître plus tard pour faire place à l'administration gouvernementale proprement dite.

Pendant les premières années du règne de Louis XVI, années si grandes dans l'histoire de la France, où prit naissance le mouvement scientifique dont les applications industrielles répandues dans le monde entier font toute la vie moderne, la fabrication du salpêtre fut une mode générale; tout le monde voulut se livrer à la *plantation du salpêtre*.

Un grand nombre de particuliers, les communautés et maisons religieuses établirent des *nitrières artificielles*, séduits surtout par le désir d'échapper au *droit de fouille,* pratiqué sans ménagement aucun par les salpêtriers commissionnés du Roi. On obtenait cette exemption en faisant constater que la nitrière artificielle pouvait produire mille livres de salpêtre par an. Ces salpêtres devaient être livrés aux magasins de la régie moyennant un prix de « huit sols la livre dans toutes les provinces du royaume; le salpêtre provenant des démolitions, sans avoir usé du droit de fouille, neuf sols la livre; et le salpêtre qu'auraient produit les nitrières formées par des particuliers ou des communautés, et à leurs dépens, dix sols la livre : le tout à la charge de fournir les quatre au cent *gratis,* et à la condition que le salpêtre de la fouille et des démolitions n'éprouverait pas au raffinage en trois cuites plus de trente pour cent de déchet, et celui des nitrières artificielles plus de vingt-cinq pour cent.

» Les communautés qui, après avoir construit et garni à leurs frais des nitrières, les remettraient au Roi, pour les faire

exploiter sous ses ordres par les régisseurs des poudres, devaient recevoir un sol par livre de salpêtre qui en proviendrait, aux conditions et déductions prescrites, et jouir également de l'exemption de la fouille. Les communautés avaient aussi la faculté de s'arranger avec des particuliers pour former des nitrières, en y faisant transporter leurs terres et matières salpêtrées; et, au moyen de cette contribution, le Roi voulait bien les exempter de la fouille; mais elles n'avaient rien à prétendre sur le prix du salpêtre en provenant, qui devait être payé sur le pied de neuf sols seulement auxdits particuliers. »

En 1775, Turgot proposa un prix extraordinaire au meilleur mémoire sur la formation *du nitre et l'établissement des nitrières.* — L'Académie royale des sciences, qui fut chargée de décerner ce prix, reçut trente-huit mémoires. — Mais aucun ne lui paraissant digne d'obtenir le prix, elle renvoya les concurrents sans récompense. Le prix devait être donné dans la séance publique de Pâques 1778, il ne le fut qu'à la Saint-Martin de 1782. Vingt-huit nouveaux mémoires avaient été présentés.

MM. Thouvenel frères, de Nancy, reçurent le prix extraordinaire. MM. de Lorgna, Chevraud et Gavinet furent aussi récompensés. D'autres mémoires intéressants reçurent les félicitations de l'Académie.

Tous ces efforts furent couronnés de succès, et la récolte du salpêtre national augmenta d'une manière si satisfaisante, soit par la découverte de terres naturellement salpêtrées, soit par l'établissement de nitrières artificielles, « qu'on put espérer de pouvoir se passer de la ressource onéreuse et incertaine des achats à l'étranger pour cette matière indispensable à l'État. »

Un arrêt du Conseil d'État, de 1785, statua que le système de régie, ayant rempli au delà de toute espérance le but qu'on s'était proposé en le créant, serait maintenu non plus par renouvellements successifs, mais pour un temps indéterminé. Enfin, pour donner aux régisseurs et employés des poudres et salpêtres un témoignage public de sa satisfaction, Louis XVI ordonna « par arrêt de son conseil, du 4 novembre 1787, que les différentes personnes attachées à une partie de service qui

devait toujours être exécutée à l'avenir pour son compte direct, seraient distinguées par un uniforme, qui fut déterminé et réglé par ledit arrêt, dans toutes ses différences et modifications, pour chaque grade et nature d'emploi. »

« Cet uniforme, ajoutaient, en 1811, MM. Bottée et Riffault, qui n'a subi depuis que de légères modifications sous le gouvernement du Directoire exécutif, n'a point encore reçu le caractère honorable que peut seule, désormais, lui donner l'approbation de Sa Majesté Impériale et Royale. Ce bienfait, plusieurs fois imploré et vivement désiré, est devenu de plus en plus nécessaire pour établir, à l'égard d'agents d'un service aussi important, tenant immédiatement au ministère de la guerre, le rang qui doit leur appartenir parmi les autres fonctionnaires de l'empire. »

L'Assemblée nationale, par un décret du 23 septembre 1791, rendit un décret décidant que la régie des poudres serait exploitée *pour le compte de la nation* sous la surveillance et les ordres du ministre des contributions publiques. Ce décret, très-étendu, se compose de six chapitres, ayant pour objet :

1° La fabrication et vente des poudres et salpêtres;

2° L'organisation de la régie des poudres et salpêtres;

3° Les fonctions des employés;

4° L'admission aux emplois et les règles de l'avancement;

5° Le traitement des employés;

6° La discipline générale du service.

C'est à cette époque d'organisation générale que remonte la fondation du Ripault.

Dès l'année 1764, le Roi avait eu l'intention d'établir une fabrique de poudre en Touraine ou en Anjou.

La situation centrale de la vallée de la Loire et de ses affluents devait naturellement faire de la Touraine un lieu d'élection pour un établissement de cette nature.

De plus, les salpêtreries y étaient nombreuses et fertiles, car nous trouvons dans le tableau de la province de Touraine

(1762-1766), publié par l'abbé Chevalier, le savant et spirituel secrétaire perpétuel de la Société d'agriculture d'Indre-et-Loire, la mention suivante :

« Les provinces de Touraine et d'Anjou fournissent une grande quantité de salpêtre. La compagnie qui tient du Roi l'entreprise des poudres et salpêtres a formé en conséquence un établissement considérable à Saumur, où les différents salpêtriers de la généralité transportent leur salpêtre pour y être raffiné, et dont ils sont payés suivant leurs marchés avec la compagnie. Le produit annuel et commun de tous les salpêtres bruts, fournis par les salpêtriers à la raffinerie de Saumur, est de neuf cents milliers, qui rendent ordinairement six cents milliers raffinés, que la compagnie fait transporter à Paris ou dans ses différents moulins, pour y être employés à la fabrication de la poudre. »

Et plus loin :

« On sait que les salpêtriers de la généralité fournissent annuellement à la raffinerie de Saumur neuf cents milliers de salpêtre brut, dont la plus grande partie provient des provinces de Touraine et d'Anjou, celle du Maine en produisant peu. On évalue le produit de la Touraine à quatre cents milliers : sur ce pied, quatre cents milliers, à raison de trois cent cinquante livres le millier, forment pour la Touraine un commerce en bénéfice annuel de cent quarante mille livres. »

Les inspecteurs des poudres, chargés, en 1764, de la recherche d'un emplacement, n'en avaient pas trouvé à leur convenance. M. Riffault, envoyé vingt ans après, en 1784, comme inspecteur dans les généralités de Tours et de Poitiers, reçut la mission de choisir définitivement une localité assortie aux besoins d'une poudrerie, et découvrit près de Montbazon une tréfilerie établie, en 1772, sur l'Indre, où quelques petites îles divisent la rivière en plusieurs bras. Cette disposition lui parut extrêmement favorable, et il fit l'acquisition des terrains et des bâtiments le 21 avril 1786. Les archives de l'établissement donnent les origines de propriété du Ripault, que M. Riffault dit avoir été primitivement nommé les Ripaux, du latin *Ripæ*.

En remontant jusqu'en 1575, où les moulins du Ripault s'appelaient moulins de Candé et faisaient partie de la seigneurie de Candé en 1575, ainsi qu'il résulte d'un titre intitulé : *Aveu de Candé*, la seigneurie de Candé ainsi que les moulins appartenaient au sieur Victor Brodeau, écuyer; elle relevait du comté de Sainte-Maure, qui était la propriété du sieur Louis de Rohan, prince de Guéménée, comte de Montbazon, Sainte-Maure, etc. A cette époque, ce qu'on appelait les moulins du Ripault ne comprenait que l'emplacement des moulins à pilons, une levée ou chemin y conduisant, une maison d'habitation, un jardin et quelques légères dépendances, le tout formant une superficie d'un hectare environ.

La famille Brodeau conserva la propriété jusqu'en 1715, où elle fut vendue au sieur Pierre-Anguille de la Niverdière, commissaire provincial des guerres du Roussillon, par M^me de Guénand, née Brodeau. En 1770, la famille de la Niverdière vendit aux sieurs Paul Moulinet, Georges Chicoine, négociants, et Louis Robert, serrurier, les moulins du Ripault et leurs dépendances, plus une pièce de prairie, estimée 110 chaînées, nommée pré à l'Ane (cette pièce en contient 123), plus un demi-arpent ou 50 chaînées de pré du Ripault, situé à gauche de la levée en allant vers les moulins, plus une cave en roc, située au bas de la garenne de Candé. Les acheteurs obtinrent du Roi la permission d'établir à la place des moulins une tréfilerie ou manufacture royale de fil de fer, qui fut construite en 1772. Un procès-verbal, en date du 16 janvier 1773, constate qu'à cette époque le niveau des eaux au-dessus des roues qui faisaient marcher les machines était de 3 pieds 7 pouces.

Les sieurs Paul Moulin et Chicoine ayant fait de mauvaises affaires, la manufacture et ses dépendances fut vendue, le 21 juillet 1784, aux sieurs de la Chèze, Loiseau, Faisolle et Primois. Le 21 avril 1786, ces derniers vendirent à la régie des poudres la manufacture et toutes les dépendances acquises jusqu'à ce jour par les sieurs Paul Moulin et Chicoine, pour la somme de quarante mille livres. Le 28 juin 1786, M. Riffault, inspecteur des poudres et salpêtres, suivant procès-

verbal dûment dressé, prit possession de l'ancienne manufacture; ce procès-verbal indique que, le 8 avril 1786, la régie des poudres a acheté du sieur de là Chèze et de dame Anguille de la Niverdière, son épouse, 2 arpents 25 chaînées de terre en luzerne et 25 chaînées d'autre terre. Il indique également un achat fait au sieur Jean Desroches, vigneron, et Catherine Savary, sa femme, consistant en une maison, cour devant, trois caves, un puits et trois jardins.

Après la prise de possession, M. Riffault, nommé commissaire des poudres, s'occupa de la construction de l'établissement en utilisant les bâtiments existants. Des achats successifs de terrains furent faits, et la poudrerie prit rapidement une grande importance.

Le temps était en effet à la poudre. La France, comme elle l'est aujourd'hui, comme elle le sera toujours, était un objet de haine et d'envie pour le monde entier, que nos défauts irritent et que nos qualités exaspèrent.

Attaquée de toute part, la France dut recourir aux mesures les plus extraordinaires pour pourvoir aux moyens de défense et suffire aux consommations immenses de ses nombreuses armées.

Quelques-unes de ces mesures furent extravagantes, ridicules et tyranniques, mais l'élan général fut splendide. L'énergie, l'activité, la crainte même, vivement surexcitées, dirigèrent toutes les forces vers un seul et même but, qui fut atteint utilement et glorieusement.

Laissons encore cette fois parler MM. Bottée et Riffault. Ils en étaient, et toutes les paraphrases que nous pourrions faire de leur récit ne vaudraient pas leur chaleureuse description de ce mouvement vraiment national.

« Un décret de la Convention nationale, du quatorzième jour de frimaire de l'an second de la République, fit un appel général à tous les propriétaires et locataires d'habitations, hors celles comprises dans l'arrondissement d'un salpêtrier, à l'effet de lessiver eux-mêmes le sol des terrains de leurs caves, écuries, bergeries, pressoirs, celliers, remises, étables, ainsi que les

décombres de leurs bâtiments, à la charge de livrer tout le salpêtre ainsi récolté à la régie des poudres, au prix de vingt-quatre sols la livre. Pour faciliter ce travail, il devait être envoyé dans toutes les communes et déposé à la municipalité, pour y être consultée ou transcrite au besoin, une instruction sur l'extraction du salpêtre. Invitation fut faite en même temps aux municipalités, de former des ateliers de lessivage des terres que les particuliers ne pouvant les exploiter eux-mêmes y auraient fait transporter. Le salpêtre provenant de ce travail commun, dirigé par un homme instruit, au choix des municipalités, devait également être porté dans les magasins de la régie, et payé au même prix. La régie des poudres était chargée d'avoir, dans chaque département, un de ses préposés, dont les fonctions auraient pour objet principal d'instruire dans le travail de la fabrication du salpêtre ceux qui lui seraient adressés dans cette vue par chaque administration de district, et qui, sur un certificat de capacité, délivré par le préposé de la régie, seraient reconnus comme agents de leurs districts respectifs pour l'exploitation du salpêtre. Ces agents, auxquels il était accordé un traitement de cent cinquante livres par mois, devaient faire des tournées dans toutes les municipalités, pour y faire établir des ateliers dans les lieux qu'ils jugeraient convenables, et répandre partout la connaissance des procédés de fabrication. Tout le salpêtre fabriqué, soit par les particuliers, soit par les municipalités, devait être porté au chef-lieu des districts, à jours fixés, pour y être, par l'agent du district, jugé recevable ou non, d'après la qualité reconnue, ainsi que la quantité, en présence d'un commissaire nommé dans chaque district, et pour, sur ses reçus, le prix du salpêtre être payé comptant par les receveurs de district, sauf remboursement de ces fonds dans leurs caisses par le ministre des contributions publiques.

» Le salpêtre ainsi rassemblé dans les chefs-lieux de district, y était à la disposition de la régie des poudres, qui devait le faire transporter dans ses établissements, pour le raffinage. Le nombre des préposés de la régie des poudres devait être aug-

menté, sur sa demande au ministre des contributions publiques, en proportion de cet accroissement de travaux.

» Un arrêté du comité de salut public, du 13 du même mois de décembre (23 frimaire de l'an II de la République), maintient à leur poste et dans leurs ateliers tous les employés et ouvriers des raffineries des salpêtres et des fabriques de poudre, et ordonne qu'envoi lui soit fait des noms de ceux qui seraient partis pour les armées, et de l'indication de leurs corps, afin qu'ils fussent renvoyés par le comité à leurs travaux, s'il y avait lieu.

» Par un décret de la Convention nationale, du treizième jour de pluviôse de l'an deuxième de la République, il fut créé une commission des armes et poudres, devant être composée de trois membres, nommés par la Convention nationale, sur la présentation du comité de salut public. Entre autres objets des attributions de cette commission nouvelle, étaient spécialement placées la fabrication des salpêtre, potasse, poudre, et la confection de toutes les matières nécessaires; en conséquence, elle était chargée de pourvoir à tous les approvisionnements de ce genre, et à cet effet, de passer les marchés convenables. Le droit lui était conféré de réquisition et de préhension sur tous les objets indispensables pour cette fabrication, existant dans l'intérieur; et elle avait à se concerter avec une autre commission des subsistances et approvisionnements, pour toutes les matières à faire venir du dehors. Les bureaux des ministres de la guerre, de la marine et des contributions publiques, attachés au matériel de l'artillerie des armes et des poudres, devaient être distraits sur-le-champ, pour faire partie des bureaux de la commission des armes et poudres, et tous les papiers transférés dans la maison nationale désignée pour servir à ses travaux.

» La régie des poudres et salpêtres devant continuer ses opérations ordinaires, cessait d'être sous l'autorité du ministre des contributions publiques, pour passer sous celles de la commission des armes et poudres; tous les arsenaux et magasins d'artillerie, d'armes, poudres et salpêtres, étaient mis sous la

direction et autorité de la commission chargée de délivrer tous les effets nécessaires aux ministres de la guerre et de la marine, sur délibération du conseil exécutif provisoire.

» La commission des armes et poudres était placée sous la surveillance immédiate du comité de salut public, à qui elle devait rendre compte de toutes ses opérations.

» Le même jour 13 pluviôse an deuxième, la Convention nationale, sur un rapport du comité de salut public, décréta qu'il serait incessamment procédé à une coupe extraordinaire de bois dans toutes les forêts existantes sur le territoire français, et que chaque propriétaire serait tenu de couper dans l'année la partie de bois qui n'aurait dû être mise en coupe que l'année suivante. Il était ordonné aux corps administratifs de pourvoir sans délai à l'exploitation des coupes dans les bois et forêts des particuliers qui auraient refusé ou négligé d'y faire procéder. Les bois provenant de cette coupe extraordinaire pouvaient être mis en réquisition par la commission des armes et poudres, pour les travaux qu'elle était chargée de diriger, ainsi que pour se procurer la potasse nécessaire à la fabrication du salpêtre.

» Quatre jours après ce décret, le dix-septième jour du même mois de pluviôse de l'an II, la Convention nationale nomma, sur le rapport du comité de salut public, les citoyens qui devaient remplir les fonctions de commissaires nationaux des armes et poudres [1].

» Il avait été également formé par le comité de salut public, sous la dénomination de *section des armes et poudres,* et sous la présidence de l'un de ses membres, un comité particulier, composé de quelques savants des plus distingués, membres de la Convention nationale, et de commissaires choisis hors de son sein parmi les hommes les plus instruits de la France. Ce comité, spécialement et uniquement chargé de tout ce qui était relatif à la fabrication du salpêtre et de la poudre, fit choix lui-même de délégués, qui furent envoyés en qualité de commis-

[1] MM. Dupin, Capon et Bénézech.

saires du comité de salut public, et avec tous les pouvoirs que les circonstances avaient pu faire juger nécessaires dans la plupart des départements. C'est ainsi que de tous les points de la France la correspondance la plus active s'établit avec la section des armes : c'était là qu'aboutissaient tous les renseignements sur les objets dont cette section avait à s'occuper jour et nuit, et que, sur les rapports de la commission des armes et poudres, et sur l'avis des commissaires, les mesures étaient adoptées, pour être soumises à la sanction du comité de salut public.

» La régie des poudres et salpêtres avait aussi secondé de tous ses efforts l'impulsion donnée par la loi du 14 frimaire an deuxième, impulsion qui fut appelée *action révolutionnaire*. Elle s'était empressée de rédiger l'instruction sur la fabrication du salpêtre, qui devait être remise à toutes les municipalités; et, outre les instructions particulières qu'elle avait transmises à cette époque à tous ses préposés ordinaires, elle en adressa une, le 21 pluviôse de la même année, à tous les préposés instructeurs que, par la loi du 14 frimaire, elle avait été chargée d'envoyer extraordinairement dans les départements, par laquelle elle stimulait leur zèle de la manière la plus énergique.

» Les corps administratifs, aidés par cette instruction, et par les préposés de la régie, placés près d'eux pour en diriger l'application, purent former très-promptement des ateliers de fabrication de salpêtre; les municipalités se firent un devoir de suivre cet exemple : et bientôt, à la voix des délégués de la section des armes et poudres, et à l'instigation des préposés de la régie, tous les lieux furent ouverts à la fouille des terres salpêtrées, tous les matériaux furent recherchés et exploités; tous les végétaux pouvant donner, par leur combustion, des cendres alcalines, furent convertis en salin et potasse; et dans toutes les sections de Paris, comme dans toutes les communes des départements et par toutes les réunions de société, chacun voulut concourir à l'envi, soit par ses moyens pécuniaires, soit par ses lumières et le travail de ses bras, à la fabrication du salpêtre.

» Mais si les résultats de cette ardeur commune devaient être

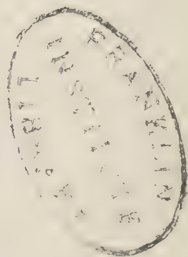
d'immenses produits en salpêtre, il fallait, pour que le succès en fût complet, pourvoir aux moyens de le convertir à mesure, et avec la même célérité, s'il était possible, en salpêtre raffiné et en poudre; et c'est alors qu'on jugea que ceux dont la régie des poudres pouvait disposer seraient, malgré toute l'activité de ses préposés, de beaucoup insuffisants; il fut, en conséquence, établi dans l'église et les bâtiments des Bénédictins de l'abbaye de Saint-Germain des Prés, un vaste atelier de fabrication et de raffinage du salpêtre; et il fut construit dans la plaine de Grenelle, près Paris, une poudrerie des plus étendues, où la poudre devait se faire par tout autre moyen que celui de l'eau. On se procura aussi, près de Paris, des emplacements pour la confection en grand du charbon; et pour sa trituration, on se servit d'un moulin à farine situé sur le pont de Charenton, et de deux moulins à vent établis dans la plaine d'Émile; enfin, on forma aux Ternes, commune de Neuilly, près Paris, un très-grand établissement de pulvérisation du soufre, et de fabrication des machines, outils et ustensiles servant à la confection du salpêtre et de la poudre.

» La direction immédiate des deux établissements de l'abbaye Saint-Germain et de Grenelle fut confiée à des membres de la Convention nationale, n'ayant à se concerter, pour tout ce qui y était relatif, qu'avec la section des armes et poudres; mais, en même temps, pour le service général des divers établissements, il fut créé une nouvelle administration sous le nom d'*agence révolutionnaire des poudres et salpêtres*, entièrement distincte et indépendante de la régie des poudres, qui reçut alors la dénomination d'*agence nationale des poudres et salpêtres*.

» Des procédés nouveaux de fabrication, et du raffinage du salpêtre, et de la confection de la poudre, appropriés à la circonstance, comme beaucoup plus accélératifs, furent mis en usage; et le 1er ventôse, toujours de la même année, il fut commencé à Paris, par ordre du comité de salut public, dans l'amphithéâtre du Muséum d'histoire naturelle et dans les bâtiments de l'archevêché, des *cours révolutionnaires* sur la fabrication des salpêtres et poudres. Ces cours, dont furent chargés plusieurs

des premiers savants de l'Europe, devaient se faire en huit leçons seulement, dont quatre sur le travail du salpêtre, et les quatre autres sur la confection de la poudre. On appela à la capitale, pour y venir puiser dans ces huit leçons toutes les connaissances nécessaires, une grande partie des préposés instructeurs et agents des districts, déjà chargés dans les départements de la direction des travaux relatifs à la fabrication du salpêtre. »

Le programme de ces cours *révolutionnaires* fut publié sous l'exergue : « Mort aux tyrans, » par une association de neuf savants : MM. Guyton, Fourcroy, Dufourny, Berthollet, Carny, Pluvinet, Monge, Hassenfratz et Perrier; et bien que contenant les erreurs inhérentes au temps où le programme fut publié, et à la rapidité avec laquelle il fut composé, il contribua à répandre dans la nation le goût de la chimie.



Comme nous l'avons déjà dit souvent, la fièvre de la guerre fait prodiguer l'intelligence et l'argent, là où la vie ordinaire aurait marchandé l'un et l'autre, et les conquêtes scientifiques acquises restent à l'actif de l'humanité.

Nous sommes certains que la situation dangereuse où se trouve en ce moment la France va déterminer un nouvel effort. Les travaux que l'on fera sur les résistances des métaux propres à la composition des armes, sur l'expansion brusque des gaz, sur le transport à grande distance d'un corps lourd vers un point donné, après avoir servi à la défense du pays, profiteront également aux industries de la paix.

Nous nous étions endormis dans notre prospérité, confiants dans ceux qui nous disaient : « Une supériorité incontestable reste donc acquise à la France. » J'espère que nous nous réveillerons bientôt; car il le faut, sous peine de disparaître comme nation.

Ce réveil farouche de 1793 tint l'Europe en échec; tout alors était *révolutionnaire*, même dans l'ordre matériel.

Mais dans l'ordre matériel c'était l'élite de la nation qui menait le mouvement, et la force bien dirigée savait s'arrêter avant de dépasser le but.

On avait inventé à la poudrerie de Grenelle un *procédé révo-*

*lutionnaire* de faire la poudre en quelques heures. Le nitre, pulvérisé seul dans des tonnes avec des gobilles de bronze, était ensuite mélangé avec le charbon et le soufre, pulvérisés ensemble dans un autre récipient.

Pendant trois ou quatre heures, 75 kilogrammes de ce composé roulaient avec 90 kilogrammes de gobilles, puis étaient placés dans des cases séparées par des toiles mouillées et soumis à l'action d'une forte presse. On grenait ensuite par les procédés anciens. Séduit par la célérité de ce moyen de fabrication, le gouvernement avait arrêté que les pilons seraient détruits et que toute la fabrication serait faite par le nouveau procédé.

Le directeur du Ripault, frappé des inconvénients graves qu'allait amener cette résolution, se hâta de faire des expériences prouvant que les pilons faisaient aussi bien et aussi vite que le procédé révolutionnaire.

Au lieu de s'entêter dans sa décision première, le Comité de salut public manda M. Riffault, lui fit répéter ses expériences à Essonne et à Esquerdes, et les pilons furent conservés.

Des points les plus éloignés de la France le salpêtre arrivait à Paris, *même par la poste*, et bientôt les poudreries de province en manquaient. Pour centraliser l'administration et le travail, le Comité de salut public confia l'agence des salpêtres et poudres à une commission dans laquelle se trouvait Chaptal.

L'incendie du magasin de l'abbaye Saint-Germain et de la poudrerie centrale de Grenelle fit reporter sur les établissements de province la sollicitude de la commission des poudres, et le Ripault fut un de ceux qui prirent le plus d'accroissement.

Dans une période de quinze années, de 1785 à 1800, la France fabriqua plus de trente-cinq millions de kilogrammes de poudre; de 1800 à 1810, seize millions et demi. Napoléon Ier trouva d'excellents cadres pour former l'administration des poudres et salpêtres de son gigantesque empire.

Trois administrateurs généraux conduisaient le bureau central, auquel étaient attachés quatre auditeurs au Conseil d'État. Sept cent soixante-quatorze salpêtriers commissionnés fournissaient le salpêtre, tiré non-seulement de l'ancienne France, mais encore

des pays dont le territoire français s'accroissait chaque jour.

On ne peut étudier sans être amené à de tristes comparaisons les institutions de cette étrange époque, où dans la liste des poudreries impériales on trouve, immédiatement après le Ripault, Turin, Tivoli, Monte-Chiarugolo, près Parme; puis c'étaient Pampelune, Saragosse, Tudela. Un commissaire était envoyé à Corfou pour y établir une raffinerie, une poudrerie; puis de là il devait se rendre à Laybach organiser les poudres et salpêtres.

« Il reste encore, disent MM. Bottée et Riffault, à organiser *incessamment* le service en Hollande, à Hambourg, *à Dantzick!!!*[1]. »

Et l'on s'étonne maintenant de voir l'Europe assister avec une immobilité satisfaite à notre humiliation, à notre morcellement. Prenez une carte et regardez; cherchez Laybach, cherchez Dantzick, où nous organisions des poudreries; voyez comme c'est loin de Metz!

[1] On voit que, parmi les établissements portés dans ce tableau, il en est sept où se trouvent réunies poudrerie et raffinerie; et celui de Rome a, de plus, l'exploitation d'une soufrière située à Pereta, près de Grossetto, dans les Marennes toscanes.

On peut charger les grandes chaudières de raffinage jusqu'à la quantité de 3,000 kilogrammes du salpêtre livré par les salpêtriers. En ne portant le taux de cette mise en opération qu'à celui moyen de 2,000 kilogrammes pour toute chaudière, on voit que les seize raffineries pourraient travailler chaque jour sur 32,000 kilogrammes de salpêtre, ce qui, pour vingt-cinq jours d'activité dans le mois, produirait 800,000 kilogrammes et par an 9,600,000 kilogrammes; d'où résulterait, au *maximum* de déchet calculé à 30 pour 100, une quantité totale de 6,720,000 kilogrammes de salpêtre propre à être employé à la fabrication de la poudre.

Les huit cent quatre-vingt-huit pilons dont sont armés les quarante-trois moulins des poudreries, ayant à agir chacun dans des mortiers chargés de 10 kilogrammes de composition de poudre, doivent battre, à une seule charge du moulin par jour, 8,880 kilogrammes de poudre, ce qui, pour vingt-cinq jours du travail du mois, ferait 222,000 kilogrammes, et, par an, 2,664,000 kilogrammes. On peut, au besoin, augmenter sensiblement ce produit en maintenant le travail des moulins en activité pendant la nuit et dans les jours de fêtes et dimanches; enfin, dans des cas de circonstances urgentes, on a reconnu, par l'expérience de plusieurs années, la possibilité de réduire la durée du battage à quatre et cinq heures, et de faire ainsi trois compositions par jour dans chaque moulin, ce qui porterait la quantité du *minimum* de 2,664,000 kilogrammes à celle de 8,000,000 de kilogrammes environ.

Des deux commissaires de l'administration envoyés en Espagne, l'un a construit en très-peu de temps une poudrerie à Pampelune, qui est en grande activité de travail; et l'autre, après avoir sensiblement amélioré le produit de l'atelier à salpêtre, déjà établi à Saragosse, en a formé un nouveau à Tudela.

Le commissaire envoyé à Corfou pour y établir une raffinerie et une poudrerie, ayant été retardé par les circonstances dans l'exécution de cette mission, a été chargé d'aller à Laybach pour y organiser, sous les ordres du gouverneur général comte Bertrand, le service des poudres et salpêtres. Il reste encore à organiser incessamment le service en Hollande, à Hambourg et à Dantzick (Bottée et Riffault).

Quand nous avons eu repassé les Pyrénées, les Alpes et le Rhin, nous avons, nous, tout oublié, eux ont tout retenu.

Ces établissements que nous avons créés, ils les ont encore; ces routes que nous leur avons faites, ils passent sur leur chaussée tous les jours; les institutions civiles, bases aujourd'hui de presque tous les codes européens, viennent de nous; jusqu'à notre langue, dont ils se servent entre eux pour se comprendre quand ils veulent s'unir contre la France, tout rappelle notre passage sanglant et triomphal. Et voilà pourquoi il ne faut pas qu'il reste dans notre poudre de guerre des sels hygrométriques qui détendent la trajectoire.

---

Depuis le premier Empire jusqu'en 1865, sous la direction simultanée d'un conseiller des poudres et d'un officier d'artillerie, le Ripault augmenta progressivement jusqu'à couvrir plus de vingt et un hectares; à cette époque il fut compris dans les quatre poudreries spécialement affectées au ministère de la guerre.

Sept autres établissements, et toutes les raffineries de salpêtre, furent attribués au ministère des finances, chargé spécialement de la vente de la poudre de chasse. Nous n'avons pas à étudier les considérations administratives qui déterminèrent ce partage. Au point de vue purement industriel et économique, nous croyons que depuis l'emploi exclusif de la poudre B par le fusil d'infanterie, il aurait été facile d'utiliser comme excellente poudre de chasse les vingt pour cent environ de poudre grenée trop fin pour être acceptée dans la cartouche du chassepot, et qui sont remis sous les meules pour être galetés à nouveau.

Si la poudre B comprimée, dont on se sert pour le chargement des gargousses métalliques, dans les canons à balles et dans les canons se chargeant par la culasse, devenait la poudre réglementaire pour toute l'artillerie française, l'économie indus-

trielle serait encore bien plus grande, et il y aurait un véritable intérêt financier à réunir de nouveau dans une même administration les poudres de guerre et de chasse.

Nous sommes cependant bien loin de penser que, pour la fabrication de la poudre destinée à l'armement de nos troupes, la question d'économie doive passer la première. Bien au contraire, nous trouvons que cette fabrication est, dans le si gros budget de la guerre, une si minime partie, que rien ne doit être épargné pour en assurer la perfection.

On fabrique au Ripault les deux espèces de poudre aujourd'hui réglementaires dans l'armée, la *poudre à canon* et la *poudre B*. L'une et l'autre, comme toutes les poudres mises en usage depuis l'invention de la poudre et dans tous les pays du monde, ont pour base les mêmes éléments : nitrate de potasse, charbon de bois, soufre.

On a cherché souvent à changer cette composition; mais, comme elle doit remplir certaines conditions invariables et déterminées, on n'a, jusqu'à présent, rien trouvé de mieux que de la conserver, en changeant un peu les proportions, qui, chez les nations européennes, ne diffèrent guère que de quelques centièmes. Avant d'étudier le mélange, sa trituration et les différentes préparations qu'il subit suivant les usages auxquels il est destiné, il est nécessaire d'étudier sommairement les trois matières qui le composent.

## LE CHARBON.

Le charbon dont on se sert au Ripault est fait dans l'usine même, avec le bois d'un arbrisseau nommé bourdaine, désigné par Linné sous le nom de *rhamnus frangula*, et classé par Jussieu parmi les *nerpruns*. D'autres pays se servent d'autres bois, et même de chènevotte. En France, on s'est toujours servi de bourdaine depuis l'invention de la poudre.

Le peuplier, le noisetier, le saule, ont été successivement

préconisés, mais le *rhamnus frangula* est encore aujourd'hui préféré dans toutes les poudreries françaises. Le charbon fait avec ce bois est, dit-on, d'une composition physique et chimique plus constante que celui de tous les autres bois employés; en regardant les approvisionnements du Ripault, il est facile de voir que tous les petits bâtons de bourdaine offrent une grande ressemblance de dimension et de grain. Le bois se coupe à l'âge de cinq ou six ans, pendant la sève, à la longueur d'un mètre trente-trois centimètres. Les bâtons, écorcés, doivent avoir au gros bout un diamètre compris entre quinze et trente centimètres. La réception des bottes est sévère : la présence d'un bois mort ou d'une autre essence de bois, une torsion trop forte dans les bâtons, font rejeter le fagot entier.

On dessèche dans les cornues de carbonisation un échantillon moyen, et si l'écart de dessèchement dépasse quatre pour cent, l'excédant est aux dépens du fournisseur. Le prix du bois de bourdaine est d'environ treize francs les cent kilogrammes, et tend à augmenter.

La carbonisation est au Ripault plus compliquée que celle du charbon de bois ordinaire.

D'après un travail de M. Maurouard, le bois soumis à l'action de la chaleur commence par perdre son eau hygrométrique, et jusqu'à 150° il ne paraît pas subir d'autre altération, puisqu'une exposition prolongée à cette chaleur n'augmente pas la déperdition. Cette dessiccation, qui s'opère, au moment des réceptions de bois, pour la fixation de la somme à payer au fournisseur, et, dans le courant des opérations de la carbonisation, pour l'évaluation du rendement pour cent en charbon, amène le bois à un état fixe correspondant à une composition peu variable pour une même essence, composition qui pour le bois de bourdaine est la suivante :

| | |
|---|---|
| Carbone. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 47,51 |
| Hydrogène. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 6,12 |
| Oxygène, azote et perte. . . . . . . . . . . | 46,29 |
| Cendres. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,08 |
| Total. . . . . . . . . . . . . | 100,00 |

A partir de 150°, la décomposition commence, et le bois se transforme, vers 260°, en brûlots parfaits, représentant environ 50 p. 100 du poids du bois à l'état sec, et présentant pour le bois de bourdaine la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Carbone. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 67,00 |
| Hydrogène. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 5,00 |
| Oxygène, azote et perte. . . . . . . . . . . | 27,50 |
| Cendres. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,50 |
| Total. . . . . . . . . . . . . . | 100,00 |

Au delà de 260° le brûlot se décompose, et, à 280°, le charbon commence à être friable; il est roux, éminemment inflammable, et propre à la fabrication des poudres de chasse.

A 300°, les mêmes propriétés subsistent, avec des rendements de 42 pour 100 après une heure d'exposition à cette température, de 40 pour 100 après deux heures, et de 36 pour 100 après trois heures. On a alors la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Carbone. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 73,20 |
| Hydrogène. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 4,25 |
| Oxygène, azote et perte. . . . . . . . . . . | 21,95 |
| Cendres. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,60 |
| Total. . . . . . . . . . . . . . | 100,00 |

A 350° et 400°, le charbon devient de plus en plus noir, avec des rendements correspondants de 36 et 30 pour 100, et l'on obtient alors les qualités qui conviennent aux poudres de guerre et de mine.

En résumé, il résulte des expériences de M. Violette que la distillation donne :

A 250° et en deçà, le charbon incuit, imparfait, dit *brûlot.*

A 300° environ, le charbon *roux.*

A 350° et au delà, les charbons *noirs.*

Pour obtenir une carbonisation bien régulière, et avoir à volonté des charbons roux ou noirs, on ne pouvait se servir des procédés ordinaires, dans lesquels la présence de l'air ne saurait

être évitée entièrement, et par conséquent donne toujours des produits inégalement carbonisés; on a, de tout temps, cherché à fabriquer le charbon pour les poudres à l'abri de l'oxygène de l'air. Déjà, en 1568, Ruscelli n'employait à la fabrication de la poudre que des charbons distillés dans des cylindres en fonte de fer. Les Anglais durent en partie à ce procédé l'ancienne réputation de leurs poudres. Les Allemands carbonisaient dans des fours maçonnés, mais qui n'étaient pas cependant entièrement à l'abri de l'air. En France, le charbon fut longtemps livré directement aux poudreries par des fournisseurs qui le fabriquaient dans des fosses couvertes de terre. On préférait même ce procédé à celui des fours dans lesquels le goudron retombait sur le charbon et en modifiait la qualité. Pendant longtemps même, on laissa les fournisseurs éteindre leur charbon avec de l'eau, et ce ne fut qu'à la suite d'une enquête et d'expériences faites à la fin du siècle dernier, qu'on ordonna l'extinction dans des étouffoirs.

« Lorsqu'on veut carboniser dans les fosses usitées jusqu'à présent, disent MM. Bottée et Riffault, on dispose une forte perche en travers de la fosse. On appuie sur cette perche le premier rang des bottes de bois que l'on veut brûler, de manière à ménager un espace vide au fond de la fosse. On recouvre ce premier rang de plusieurs autres, en formant ainsi un tas arrangé le plus régulièrement possible, qui dépasse la fosse d'environ un mètre. On peut placer de cette manière jusqu'à deux cents bottes. Il convient que le tas n'ait pas, dans le haut, plus de largeur que la fosse. On a soin aussi, en établissant le tas, de ménager une communication avec l'espace vide au fond de la fosse, au moyen de quoi un homme y descend pour mettre le feu à un petit bûcher, formé de quelques poignées de paille et de menu bois, qui s'allume avec la plus grande facilité. Il bouche aussitôt, par quelques bottes de bois, l'issue qui lui a servi, et bientôt la flamme se fait jour par tous les points de la masse. On laisse brûler librement, jusqu'à ce que la perche se rompant, le tas s'écroule. La flamme ne tarde pas à avoir besoin d'un nouvel aliment : on jette alors le reste des bottes de bois, que l'on a dé-

posées à quelque distance, et on entretient le feu jusqu'à ce que la fosse se trouve remplie de charbon. On continue, pour y parvenir, d'employer encore presque autant de bottes de bois qu'il s'en trouvait dans le tas de la fosse. Il faut avoir soin, pendant la combustion, pour l'activer et la rendre égale dans tous les points de la masse du bois, de la soulever au besoin. On se sert, à cet effet, d'une fourche et d'un crochet de fer fixés au bout de longs manches de bois.

Lorsque la combustion est achevée, qu'elle ne donne plus de flamme, et lorsque la fosse est comblée, on en unit la surface avec le crochet; on la couvre avec une tapisserie ou une couverture de laine bien mouillée, que l'on traîne par les deux bouts. Aussitôt des ouvriers, armés de pelles, et en assez grand nombre pour opérer promptement sans se gêner les uns les autres, recouvrent toute la surface de la couverture avec de la terre disposée à cet effet sur les deux côtés de la fosse, tandis que d'autres ouvriers la pressent avec les pieds, de manière à ne laisser aucun vide entre le charbon et la couverture. Cette pression doit être faite avec circonspection. Il arrive quelquefois à des ouvriers inexpérimentés, qui sautent brusquement sur la fosse, de faire sortir, à travers la couverture et les premières couches de terre, des jets de flamme assez considérables pour les environner et brûler leurs vêtements. Les ouvriers qui jettent la terre doivent avoir attention de toujours la diriger sur les points qui fument le plus : c'est aussi sur ces points que ceux qui pressent doivent particulièrement agir. On continue d'opérer ainsi jusqu'à ce qu'il ne paraisse plus de fumée.

Il faut laisser la fosse à charbon couverte, comme nous venons de le dire, pendant trois ou quatre jours, afin que l'étouffement et le refroidissement de la masse puissent avoir complétement lieu.

Lorsque la fosse est bonne à vider, on enlève avec soin la couverture de dessus le charbon, pour n'y pas mêler de terre.

On retire le charbon avec des pelles de bois et des corbeilles, en ayant soin de trier les parties qui n'ont pas été complétement brûlées.

Le produit en charbon de la combustion du bois dans les fosses peut varier en raison de ce qu'elle aura été plus ou moins bien conduite, avec les soins, les précautions, et même l'adresse convenables.

Lorsqu'on opère dans une fosse ayant les dimensions indiquées, et qu'on y a brûlé, comme cela se peut, environ quatre cents bottes de bois du poids de 15 kilogrammes l'une, on doit s'attendre à en obtenir de 950 à 1000 kilogrammes de charbon. En général, le moindre produit en charbon qu'on puisse obtenir est celui du rapport de 16 à 17 pour 100 du poids du bois; et, en opérant bien, on doit atteindre une proportion plus forte. Il a été bien constaté par l'expérience que le procédé de carbonisation dans les fosses est préférable à celui dans le four. Par ce dernier procédé, on n'opère que sur de petites quantités, ce qui, par conséquent, multiplie les déchets; et le charbon s'y fait au milieu d'une fumée épaisse, chargée des principes huileux du bois. Cette fumée trouvant dans la voûte du four un obstacle à son dégagement, les principes huileux qu'elle contient, et qui auraient dû être entraînés avec elle, se déposent sur le charbon et le recouvrent d'une espèce d'enduit qui se convertit, par le refroidissement, en une croûte brillante; il y a lieu de croire que cette couche doit nuire à la qualité du charbon et à l'effet qu'il doit produire dans la composition du dosage de la poudre.

En opérant, par le procédé de carbonisation dans les fosses, sur de grandes quantités, on a moins de déchet en braise et en cendres, et le charbon est entièrement dépouillé des principes huileux, qui se dégagent librement. Les résultats sont donc et plus abondants et plus purs que par le procédé du four.

La bonne qualité du charbon se reconnaît en partie à la vue; et lorsqu'on a la certitude qu'il est nouvellement fait, il ne reste plus qu'à s'assurer s'il a été bien fabriqué. Le bon charbon est en bâtons longs, secs et sonores, d'une cassure nette, où l'on remarque la contexture fibreuse du bois; la surface en est lisse, mais non brillante.

Lorsque les bâtons sont réduits en fragments, ou lorsqu'une

combustion trop active les a mis à l'état de braise, ils deviennent susceptibles d'attirer plus promptement l'humidité de l'atmosphère, de se décomposer, et ils sont moins propres à être employés à la confection de la poudre. »

Ces procédés primitifs devaient être améliorés.

En effet, en 1847, M. Violette essaya la distillation en cornues au moyen de la vapeur surchauffée; ce procédé ne reçut pas l'extension que les premiers essais avaient fait espérer, et la carbonisation en fosses resta réglementaire jusqu'en 1862, époque à laquelle on établit dans toutes les poudreries des appareils à distiller en vases clos, qui étaient déjà employés dans quelques établissements.

Au Ripault, l'atelier de carbonisation se compose d'un massif en briques divisé en fours séparés contenant chacun une cornue de fonte, et disposés de telle sorte que les produits de la distillation s'échappant par l'extrémité postérieure de la cornue, reviennent dans le foyer se brûler et continuer l'opération commencée par un chauffage au bois.

Voici comment se conduit l'opération : le bois est placé botte par botte dans un cylindre en tôle de deux millimètres d'épaisseur et cerclé de fer plus épais; ce cylindre est fermé dans sa partie postérieure par un fond mobile percé de deux trous correspondant aux deux ouvertures par lesquelles les gaz s'échappent de la cornue pour retourner sous le foyer; le fond antérieur du cylindre de tôle est fixe, et porte deux poignées destinées à donner prise aux deux crochets d'une poulie pour opérer le déchargement du cylindre après chaque cuite. En face de chaque cornue est placé un cylindre couché horizontalement sur un chariot de hauteur convenable pour faciliter l'introduction du cylindre dans la cornue; il est mobile sur deux rails en fer. Au moyen d'un disque en bois muni d'un manche, on opère le chargement en enfonçant, l'un après l'autre, le bois jusqu'à ce qu'on ait logé deux bottes et demie. Le poids de chaque botte est d'environ vingt et un kilogrammes.

Le chargement effectué, on ferme le fond mobile, on approche le chariot de l'ouverture de la cornue, dans laquelle on

pousse le cylindre en ayant soin de faire correspondre les trous du fond mobile avec les trous d'échappement de la cornue, dont on referme la porte en l'assujettissant avec une vis de serrage.

Quand tous les cylindres sont placés dans toutes les cornues, on allume à la fois tous les foyers avec des copeaux et du menu bois de sapin, préférablement à tout autre, à cause de sa longue flamme. Lorsque la température des cylindres a atteint 150 degrés, les produits de la distillation qui commence viennent s'enflammer à la partie postérieure du foyer, la partie antérieure seule continue à recevoir un chargement de bois. La flamme, après avoir fait le tour des cornues, se rend à la partie supérieure, et s'engage dans un conduit oblique communiquant à la cheminée. Le bois commence par se dessécher, puis, perdant peu à peu ses matières volatiles, il devient charbon roux, puis enfin charbon noir; à cet état, il produit un peu plus de 29 pour 100 du poids du bois. Les ouvriers surveillent l'opération, ouvrent de temps en temps le foyer, et lorsqu'ils voient ralentir l'arrivée des gaz de la distillation, ils ouvrent la porte des cornues. Si la fumée qui en sort ne sent plus le goudron, de ces deux indices ils concluent que l'opération est terminée. Grâce à l'habitude qu'ils ont de ce travail, ils se trompent rarement.

Le déchargement s'effectue en approchant le chariot de la porte de la cornue; on accroche les poignées du fond fixe du cylindre à une corde enroulée autour d'une poulie, et au moyen d'un tour mû par une manivelle, on attire le cylindre sur le chariot, on amène le chariot en arrière auprès d'un étouffoir vertical. En continuant à manœuvrer le tour, le cylindre s'élève verticalement au-dessus de l'étouffoir dans lequel il descend ensuite, et lorsqu'on l'a décroché, le fond mobile tombe avec tout le charbon dans l'étouffoir, on le recouvre immédiatement. Simultanément aussi, on rapproche de la cornue, dans laquelle on l'enfonce, un nouveau cylindre rempli de bois et préparé à l'avance pour que l'opération n'ait pas d'interruption. Ordinairement, la carbonisation marche depuis le lundi matin jusqu'au dimanche matin; pendant les premières vingt-quatre heures,

la marche est assez irrégulière, et chaque cylindre ne donne, en moyenne, que cinq cuites; mais une fois le massif échauffé, la carbonisation s'effectue à peu près régulièrement en trois heures. L'étouffoir est en tôle comme les cylindres. On n'attend pas que le charbon soit complétement refroidi pour le trier, le débarrasser des brûlots et le casser en petits morceaux de cinq à dix centimètres de long; pour cela, au bout de deux heures environ, on le retire de l'étouffoir. Lorsqu'il est cassé et trié suivant la couleur de sa cassure, il est conservé dans des réservoirs en tôle contenant environ quarante-cinq kilogrammes et lutés à la terre glaise; ces derniers réservoirs sont emmagasinés dans un hangar rendu incombustible par sa construction en fonte, fer, tôle et zinc. D'après un travail très-détaillé du capitaine Canton, le charbon reviendrai ainsi à l'État à 48 fr. 26 cent. les 100 kilogrammes.

Mais ce n'est pas à l'état de fragments plus ou moins petits que s'opère le mélange du charbon avec le salpêtre et le soufre. Il doit être réduit en poudre fine dans une tonne de cuir à deux compartiments, contenant chacun vingt kilogrammes de charbon et quarante kilogrammes de gobilles en bronze de sept millimètres de diamètre. La tonne tourne pendant deux heures, à la vitesse de vingt tours par minute; au bout d'une heure et demie de rotation, on enlève les deux portes pleines de la tonne, et on les remplace par deux portes faisant tamis; le charbon réduit en poudre fine traverse ce premier tamis, plus un autre plus fin, quadrangulaire et tendu sur un chariot animé mécaniquement d'un mouvement de va-et-vient. De ce second tamis, le charbon tombe dans une caisse à roulettes, d'où on l'emmagasine à la pelle dans des réservoirs cylindriques en tôle contenant un peu plus de cinquante kilogrammes de poudre.

Les étouffoirs destinés à conserver le charbon trituré et tamisé doivent fermer très-exactement; sans cela ils seraient exposés à absorber l'humidité de l'atmosphère, et même quelquefois à s'enflammer spontanément. Ces étouffoirs sont portés dans un magasin bien sec, à proximité de l'atelier de mélange.

Pour le charbon destiné à la préparation de la poudre B, il

est nécessaire de prendre les plus grandes précautions; en effet, le mélange qui subira les opérations sera moins humide que celui de la poudre à canon; de plus, exposé à une forte pression entre fer et fonte, un corps étranger métallique ou pierreux pourrait y déterminer des explosions graves. Quelques parties de gobilles usées pourraient s'être détachées et avoir traversé le premier tamisage mécanique; on fait donc à la main un second tamisage. On met avec le charbon seize gobilles en bois de diamètre différent, on recouvre avec un drap pour éviter une trop grande poussière, et l'on met en mouvement le tamis jusqu'à ce qu'on ait fait passer au travers de ses ouvertures le charbon assez finement trituré. Le reste est mis de côté pour être retrituré à nouveau. Toutes les opérations mécaniques que nous venons de décrire se font au Ripault sous l'impulsion d'une roue hydraulique et dans un atelier spécial dont l'atmosphère est chargée de poussière de charbon. C'est un des postes les plus durs de la manufacture.

## LE SOUFRE.

Le soufre arrive au Ripault tout épuré; en général il vient de la raffinerie de Marseille à l'état de soufre fondu, dans des barils qu'il est nécessaire de défoncer pour l'en extraire; on le casse d'abord en fragments de moyenne grosseur, puis on le met dans une tonne de trituration en cuir analogue à la tonne de trituration du charbon. Cette tonne a deux compartiments dans chacun desquels on met cinquante kilogrammes de soufre et cinquante kilogrammes de gobilles en bronze de douze millimètres de diamètre; une roue hydraulique fait faire vingt tours par minute à la tonne pendant environ une heure et demie. Au bout de ce temps, on remplace les portes pleines par des cadres munis de toiles métalliques, et le soufre ayant reçu un premier tamisage, est porté à l'atelier de composition. Là, il est tamisé de nouveau à la main, avant d'être employé dans le mélange.

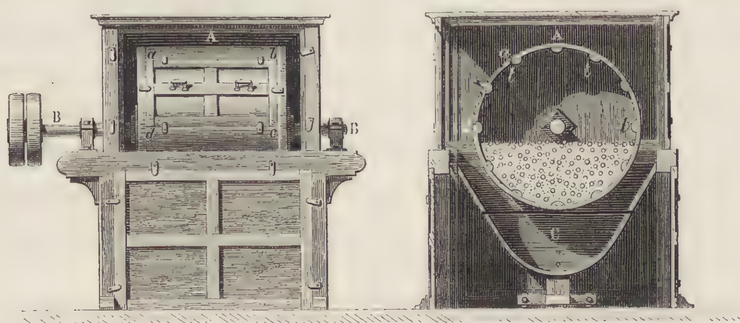
M. Vergnaud, dans son article très-détaillé sur la poudre, dans

le *Traité de Chimie* Pelouze et Frémy, décrit la trituration du soufre avec quelques légères modifications comparativement avec les procédés du Ripault.

« La trituration du soufre se fait dans des tonnes de bois A, garnies intérieurement de tasseaux de bois, *t*, *t*, *t*, dirigés le long des arêtes du cylindre. Les tonnes sont cylindriques, elles ont $1^m$ 10 de long et un diamètre de $1^m$ 15 environ. Elles sont traversées par un axe en fer horizontal BB, au moyen duquel on peut leur imprimer un mouvement de rotation. Une porte *abcd*, munie de deux poignées en fer, permet d'introduire les matières premières. La pulvérisation s'opère à l'aide de petites billes de bronze qui ont de 5 à 8 millimètres de diamètre. Chaque tonne renferme 150 kilogrammes de gobilles; on y ajoute 30 à 40 kilogrammes de soufre et l'on fait tourner pendant six heures. Les gobilles, en roulant avec le soufre, l'écrasent et finissent par l'amener à une ténuité extrême. Pour sortir le soufre, on enlève la porte de la tonne et on la remplace par une porte semblable dont les panneaux sont en toile métallique; en faisant faire à la tonne, munie de cette nouvelle porte, cinq ou six révolutions, le soufre pulvérisé s'échappe à travers la toile métallique qui retient au contraire les gobilles. Le soufre est reçu dans des barils C placés au-dessous de la tonne de trituration.

» Le soufre pulvérisé est tamisé dans un blutoir semblable à celui qu'on emploie pour bluter la farine. On en sépare ainsi les parcelles qui n'ont pas été suffisamment pulvérisées, ainsi que les petits grains de sable qui pourraient occasionner des accidents dans la fabrication de la poudre. Le blutoir consiste en un cylindre de 2 à 3 mètres, dont la carcasse de bois est recouverte d'un tissu très-serré. Ce cylindre est suspendu par son axe dans une caisse carrée, que l'on ferme complétement pendant le blutage, afin d'éviter la perte qui résulterait de la projection des poussières. Il présente une légère inclinaison selon son axe, et un ouvrier le met en mouvement au moyen d'une manivelle fixée à l'extrémité la plus élevée de l'axe. Le soufre pulvérisé est introduit dans le blutoir par la même extrémité, à l'aide d'une trémie qui communique avec l'intérieur du cy-

lindre. Le soufre se tamise en descendant le long du cylindre pendant son mouvement de rotation ; les parties les plus fines traversent le tissu, tandis que les plus grossières s'amoncellent à la partie inférieure du blutoir. On les retire de temps en temps pour les renvoyer à l'atelier de trituratiou. Le soufre tamisé est



Pulvérisation du soufre.

ramassé avec des pelles de bois et recueilli dans des barils que l'on envoie à l'atelier de composition. »

Avant de concasser et pulvériser le soufre fondu, on a dû naturellement penser à utiliser la fleur de soufre, ce qui aurait épargné une main-d'œuvre; mais la fleur de soufre est moins pure que le soufre fondu, et contient presque toujours de l'acide sulfurique et de l'acide sulfureux.

## LE SALPÊTRE.

Le troisième composant de la poudre, le salpêtre, n'est pas un corps simple comme le charbon et le soufre. C'est un composé d'azote, d'oxygène et de potassium.

Les opérations usitées aujourd'hui pour fabriquer l'azotate de potasse employé dans la fabrication de la poudre n'ont plus aucune ressemblance avec les procédés anciens; mais l'azotate de potasse a été de tout temps, et aujourd'hui plus que jamais, l'un des corps les plus employés par l'industrie; depuis les tra-

vaux récents de M. Ville, l'agriculture serait aussi bien désireuse de l'utiliser, si le haut prix qu'il vient d'atteindre (80 francs les 100 kilogrammes) lui permettait d'en acheter. Il y aurait un intérêt très-grand pour ce dernier usage à produire de l'azotate de potasse, même impur; il est donc utile de rappeler tous les moyens que l'on a de s'en procurer, même les plus primitifs.

Les anciens chimistes s'occupaient beaucoup du salpêtre, *selpestre, sal-pestre,* qu'ils appelaient encore *dragon, cerbère,* ou *sel d'enfer.* Les fondeurs, les teinturiers, les verriers en employaient une si grande quantité, qu'en 1751 Savary des Brûlons déclare qu'avant la défense faite aux marchands d'en faire venir et d'en vendre, il s'en consommait, dans la seule ville de Paris, plus de dix millions de livres pesant.



Le salpêtre naturel est très-commun, mais presque toujours uni au nitrate de chaux et de magnésie. Après en avoir fait venir de l'Égypte et de l'Inde, au grand profit des Hollandais, agents principaux de ce commerce, nos pères furent préoccupés, avec une juste raison, de l'idée qu'il fallait absolument se passer des salpêtres étrangers, et rechercher en France toutes les sources possibles de salpêtre. On le trouva surtout dans les matériaux constitutifs des habitations, soit encore debout, soit démolies.

Quelquefois on se contentait de frotter avec un petit balai, *houssaye*, les parois des écuries ou des étables. Mais il arrivait souvent aussi que les salpêtriers ne se contentaient pas d'épousseter les murs avec leurs balais; une fois admis dans une bergerie ou une écurie, ils se servaient d'instruments bien plus puissants, appelés racloirs, qui altéraient la solidité des constructions. Ils allaient même quelquefois plus loin, et, dit Savary des Brûlons, « en Touraine, le tuf dont les maisons sont bâties en fournit encore plus que les plâtras de Paris; et lorsqu'après quelques années cette pierre qui est très-tendre est usée, elle est si pleine de salpêtre, que *les salpêtriers trouvent quelquefois plus leur compte à rebâtir une maison à neuf, seulement pour avoir les matériaux de l'ancienne;* aussi est-il certain que la Touraine est la province du royaume qui en fournit davantage.

« Les pierres calcaires ne sont pas toutes également bonnes

pour la salpêtrisation[1]. Celles qui, étant plus poreuses, offrent plus d'accès à l'air, où les vapeurs et liqueurs animales peuvent facilement pénétrer, y sont plus propres. C'est par cette raison que les pierres des ci-devant provinces de la Touraine et de l'Anjou principalement, pierres connues sous les noms de *tuffeau* et de *bourré*, se salpêtrent si promptement. Non-seulement elles contiennent au delà des 0.50 de leur poids de sable, mais encore elles sont, en sortant de la carrière, chargées d'une assez grande quantité d'eau, qui, en s'évaporant, augmente d'autant les interstices et l'écartement de leurs molécules. Quoique toutes les parties de la pierre calcaire offrent la même propriété d'une facile salpêtrisation, on n'a cependant jamais rencontré de pierre calcaire entièrement changée en salpêtre à base de chaux, nitrate de chaux. On en a conclu qu'il y a un *maximum* de salpêtrisation au delà duquel toute action cesse, et qui peut, par conséquent, être considéré comme le point de saturation entre le salpêtre formé et la pierre calcaire. Mais si, la pierre calcaire étant parvenue à ce terme, on lui enlève par le lessivage ce qu'elle contient de salpêtre, le surplus de la pierre se salpêtre de nouveau; et on s'est assuré qu'on pouvait réduire ainsi en nitrate de chaux la totalité des pierres calcaires de la nature de celles que nous venons de citer. Le *maximum* de salpêtrisation ne s'élève pas ordinairement à plus de 5 pour 100 dans les matériaux de bonne qualité.

» Dans les édifices construits en pierre calcaire, la salpêtrisation n'a communément lieu qu'à 3 ou 4 mètres de hauteur au plus; et c'est presque toujours au milieu de cette élévation qu'elle est la plus complète. On a reconnu que les pierres de 3 à 4 décimètres d'épaisseur n'étaient assez généralement salpêtrées que jusqu'à la profondeur de 10 à 12 centimètres, et par le seul côté qui a le contact de l'air extérieur.

» On a remarqué aussi que, dans les édifices construits en pierre calcaire, la salpêtrisation des pierres neuves avait plus promptement lieu lorsqu'il s'y en trouvait, ou lorsqu'on y en

[1] MM. Bottée et Riffault.

introduisait à dessein quelques-unes dans lesquelles la salpêtrisation est déjà commencée. C'est à raison de cet effet bien connu, dont les salpêtriers tâchent de profiter lorsque l'occasion s'en présente, que, dans les provinces que nous venons d'indiquer, on désignait anciennement et vulgairement sous la dénomination de *gangrène de la pierre*, son état de salpêtrisation et sa faculté de la favoriser et de l'accélérer. Cet effet, au surplus, paraîtrait résulter de ce que les pierres déjà salpêtrées tendent à se mettre avec les pierres voisines, et ainsi de proche en proche, en équilibre d'humidité et de salpêtre. »

La pierre de Touraine n'a pas besoin d'être taillée et employée en édifice pour se couvrir de salpêtre, il n'est même pas nécessaire qu'elle se trouve en contact de matières animales ou végétales en fermentation; nous pouvons chaque jour constater au long d'un chemin qui mène à notre habitation, et dont les parois sont taillées dans la pierre, une dépression peu profonde et dans laquelle les pigeons, très-friands de salpêtre, viennent l'enlever à mesure qu'il se produit. La seule condition pour retrouver ce salpêtre, c'est que la surface de la pierre soit à l'abri de la pluie. Cette observation est confirmée par un Mémoire de M. de la Rochefoucauld à l'Académie des sciences et relatée dans le livre de MM. Bottée et Riffault.

« Le village de la Roche-Guyon, situé sur la rive droite de la Seine, dans le département de Seine-et-Oise, est placé au pied d'un coteau escarpé, composé de craie dans toute sa hauteur. Cette craie est souvent découverte et coupée à pic, et on l'a creusée dans plusieurs endroits pour y pratiquer des caves, des écuries, même des habitations. »

La même disposition du terrain se retrouve dans le prolongement du coteau pendant l'espace de deux lieues, avant et après la Roche-Guyon.

M. de la Rochefoucauld, dans son Mémoire, dit « que les gens du pays, guidés par les pigeons qu'ils voyaient aller becqueter la surface de la craie de leurs montagnes, pour y trouver, dans l'efflorescence saline qui la recouvrait, le sel marin qu'ils aiment beaucoup, et qui est presque toujours mélangé de sal-

pêtre, tentèrent, dans des temps très-reculés, d'exploiter cette efflorescence saline. Ils avaient obtenu, par cette exploitation, une récolte de salpêtre suffisante pour exciter leur industrie, lorsque le régime féodal mit cette récolte en monopole dans les mains du seigneur, qui fit, par la suite, cession de son droit au Roi pour une rente annuelle de deux cents livres de poudre. Il remarque que dès lors cette recherche ne se faisant plus que par quelques privilégiés ignorants et pauvres, qui se bornaient à livrer les petites quantités de salpêtre auxquelles ils étaient taxés par la ferme, cette branche d'industrie tomba à la Roche-Guyon comme par toute la France. »

Dans un Mémoire lu à l'Académie des sciences du 6 janvier, M. Boussingault attribue la nitrification des sels terreux à l'influence de l'azote de l'air.

« Les nitrières de l'Algérie, si bien étudiées par le colonel Chabrier, sont des décombres de villages abandonnés, des grottes où, pendant l'hiver, les troupeaux trouvent un abri. Ces matériaux salpêtrés offrent tous ce caractère de renfermer des parcelles d'humus, provenant, à n'en pas douter, de substances animales altérées ou en voie d'altération.

» Sous l'équateur, l'importante nitrière de Tacunga, dont j'ai suivi les travaux pendant la guerre de l'indépendance, consiste en une terre dérivant de la désagrégation des roches trachytiques, très-riches en composés humiques, ayant par sa teneur en principes azotés, en phosphates, en sels calcaires et alcalins, la constitution, la fertilité du terreau.

» En Espagne, dans de nombreuses localités, particulièrement dans les environs de Saragosse, on voit des sols assez féconds pour ne pas exiger de fumier, produire, à la volonté du cultivateur, soit du salpêtre, soit d'abondantes moissons de froment.

» Dans la vallée du Gange, le salpêtre de *Houssage*, effleuri à la surface d'un limon déposé périodiquement par le fleuve, est ramassé à côté de riches cultures de tabac, d'indigo, de maïs.

» Sans doute l'association d'éléments minéraux et organiques n'est pas la condition unique de la formation des nitrates; les

inépuisables gisements du nitrate de soude au Pérou, comparables, par leur masse, aux gisements de sel marin, ont une tout autre origine. Enfin, l'océan aérien doit être considéré comme une immense nitrière, en ce sens que toutes les fois qu'un éclair apparaît dans son sein, il y a une formation de nitrate, de nitrite d'ammoniaque. Cette union directe de l'azote gazeux avec l'oxygène et l'un des éléments de l'eau, est un phénomène considérable de la physique du globe, sur lequel j'ai souvent insisté; néanmoins, je demande à l'Académie la permission de reproduire ici les arguments par lesquels j'ai cherché à en faire saisir l'importance.

» En effet, en ne tenant pas compte de ce qui se passe en dehors des tropiques, en se bornant à considérer la zone terrestre équatoriale, on arrive à cette conclusion que, pendant l'année entière, tous les jours, à tous les instants, l'atmosphère est incessamment sillonnée par des déflagrations électriques, à ce point qu'un observateur placé sous l'équateur, s'il était doué d'un organe assez délicat, y entendrait continuellement le bruit du tonnerre. C'est que, pour un lieu situé dans la région intertropicale, la saison des orages dépend de la position que le soleil occupe dans l'écliptique; elle se manifeste deux fois par an, alors que l'astre est dans la proximité du zénith, c'est-à-dire lorsque la déclinaison du soleil est égale à la latitude et de même dénomination.

» C'est donc à un phénomène électrique qu'il convient d'attribuer la présence des composés nitrés, de l'ammoniaque que l'on constate dans la pluie, dans la neige, dans la grêle, dans les brouillards, composés éminemment fertilisants amenés sur la terre par ces météores aqueux.

» Dans la terre végétale, dans les matériaux d'une nitrière artificielle, tout tend à faire présumer que l'acide nitrique est surtout développé aux dépens de l'azote des substances organiques. Les salpêtriers ont d'ailleurs reconnu depuis longtemps que le sang, l'urine, les détritus des animaux, favorisent singulièrement la production du nitre. C'est sur cette donnée pratique que les anciens chimistes basèrent leur opinion sur l'utilité des

matières animales introduites dans une nitrière, opinion adoptée par Lavoisier, et que plus tard Gay-Lussac défendit, lorsqu'elle fut attaquée en invoquant des observations inexactes ou tout au moins incomplètes, lorsque l'on voulut nier l'efficacité des substances azotées comme agents nitrifiants, en attribuant à la porosité seule la puissance de créer de l'acide nitrique par la condensation des principes constituants de l'atmosphère.

» *La terre, à tous les degrés de fertilité, depuis le terreau jusqu'à la terre de bruyère, exposée à l'air après avoir été humectée, se nitrifie, s'il y a présence d'un élément calcaire ou alcalin.* C'est ce que des expériences précises ont établi. Sans doute, tout sol cultivable renferme de l'azote, radical de l'acide nitrique; mais de la présence de cet azote combiné, il ne résulte pas nécessairement que l'azote gazeux de l'atmosphère ne puisse concourir, dans une certaine mesure, à la production des nitrates. C'est pour rechercher si ce concours a lieu, que j'ai entrepris les expériences que je vais décrire.

» Dans la terre végétale, le salpêtre apparaît d'abord en quantités assez notables; puis bientôt la nitrification se ralentit, comme s'il fallait que l'exposition à l'air fût prolongée pour que les composés humiques devinssent aptes à se nitrifier. On en jugera par une observation faite avec de la terre d'un potager, prise après une pluie persistante, afin qu'elle ne renfermât qu'une faible proportion de nitrates.

» Cette terre séchée à l'air pesait 10 kilogrammes. Après l'avoir humectée, on en façonna un prisme que l'on plaça à l'air. Tous les quinze jours l'on fit un dosage.

| | Dans 10 kilogrammes de terre, nitrates exprimés en nitrate de potasse. |
|---|---|
| 5 août, mise en exercice | 0,096 gr. |
| 17 août | 0,628 |
| 2 septembre | 1,800 |
| 17 septembre | 2,160 |
| 2 octobre | 2,060 |

» A partir du 2 octobre, la formation des nitrates est devenue très-lente; mais elle ne s'est pas arrêtée. » Malheureusement, la

facilité de se procurer du salpêtre par la double décomposition du nitrate de soude et du chlorure de potassium a fait abandonner les recherches industrielles sur les autres moyens d'en produire économiquement, Ainsi, à Paris, les plâtras de démolition, qui étaient autrefois recueillis avec beaucoup de soin et servaient à la fabrication du salpêtre, en contiennent encore aujourd'hui la même quantité, bien qu'ils soient jetés dans les décharges publiques comme remblais sans valeur.

Si nous avons insisté si longuement sur les sources naturelles du salpêtre, c'est qu'il nous a semblé utile de les rappeler pour le cas où viendraient à nous manquer les nitrates de soude du Pérou et les chlorures de potassium de Stasfurth.

Pour extraire des matériaux salpêtrés le nitrate de potasse, on les concassait d'abord, soit avec des masses de bois armées de gros clous, soit avec des moulins originaires de Touraine, et dont le mécanisme ressemblait assez bien à celui d'un moulin à café.

Ils se composaient d'une cavité tronconique garnie dans sa partie supérieure, évasée par en haut, de cannelures de fer, et, dans sa partie inférieure, évasée par en bas, de grosses têtes de clous. Dans cette cavité tournait l'extrémité inférieure d'un arbre, garnie également de cannelures de fer et de têtes de clous; cet arbre, tournant sous l'effort d'un cheval, concassait les matériaux salpêtrés en assez petits fragments pour qu'ils pussent être ensuite soumis au lavage.

Mais il ne suffit pas de lessiver les matériaux salpêtrés pour obtenir une solution d'azotate de potasse; en effet, comme le dit M. Kuhlmann, la partie soluble des matériaux salpêtrés présente en général la composition suivante :

| | |
|---|---|
| Nitre | 25 |
| Azotate de chaux | 33 |
| — de magnésie | 5 |
| Sel marin | 5 |
| Autres sels | 32 |
| | 100 |

Les matériaux salpêtrés contiennent aussi une quantité notable d'azotate d'ammoniaque.

On doit donc transformer les autres azotates en azotate de potasse; pour cela les anciens salpêtriers commencèrent par se servir de cendres; on utilisa plus tard le carbonate de potasse, et même le sulfate de potasse. La lessive, concentrée par plusieurs passages successifs sur les matériaux salpêtrés, arrivait, par son mélange avec les sels de potasse, à ne plus contenir en dissolution que du nitrate de potasse; on se servait, pour obtenir celui-ci en cristaux, de la propriété particulière à ce corps, d'être très-soluble à chaud et très-peu à froid. D'après Gay-Lussac :

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 100 parties d'eau à 0° | dissolvent | 13,3 | de nitre. |
| à 24° | — | 38,4 | — |
| à 50°7 | — | 97,7 | — |
| à 79°7 | — | 169,7 | — |
| à 97°7 | — | 236,7 | — |

Si donc on fait évaporer par ébullition toute la portion d'eau surabondante à celle qui constitue une dissolution saturée à chaud, et si on laisse ensuite refroidir cette eau dans un cristallisoir, elle abandonne tout ce qu'elle retenait de salpêtre en dissolution au delà de la proportion qu'elle en peut dissoudre à la température de l'atmosphère. Cette dernière partie du travail est encore à peu près semblable aujourd'hui, mais les matériaux primitifs proviennent d'autres sources.

Il nous a été possible de visiter cette intéressante fabrication dans deux établissements qui produisent le salpêtre par la même réaction, bien que l'origine de l'un des sels employés soit bien différente. Cette réaction est celle du nitrate de soude sur le chlorure de potassium. Lorsqu'on met ces deux sels en présence dans une même solution, le chlore, par son affinité plus grande, s'empare du sodium et de l'acide nitrique du potassium. Il en résulte la destruction des deux sels primitifs et la création de deux sels nouveaux : du nitrate de potasse et du chlorure de sodium, ayant exactement la composition du sel marin.

L'une des usines visitées par nous est la fabrique de Granville, qui a fourni longtemps le salpêtre pour les poudreries françaises, mais qui maintenant, grâce au système des adjudications, n'en fait plus que pour l'industrie privée et pour l'agriculture. Ce bel établissement, digne de tout l'intérêt du gouvernement français, produit le salpêtre par l'action du nitrate de soude du Pérou sur le chlorure de potassium contenu dans les cendres de varech. Il est construit sur le rivage même de la mer, dans la baie de Granville, et reçoit par mer les cendres connues sous le nom de soude de varech. Ces cendres proviennent de plantes marines assez variées, et dont la richesse en sel de potasse est loin d'être constante.

L'incinération des varechs se fait dans les îles du Calvados ou sur les côtes de Bretagne d'une manière très-primitive, au moyens de fosses ou fours où la combustion s'opère à l'air libre. On perd ainsi une certaine quantité de produits empyreumatiques et ammoniacaux.

Les cendres présentent l'aspect de masses pierreuses, grisâtres. D'après Aimé Girard, malgré les différences de composition de ces cendres, on peut dire cependant qu'en moyenne elles renferment :

| | |
|---|---|
| Matières insolubles | 57,000 |
| Sulfate de potasse | 10,203 |
| Chlorure de potassium | 13,476 |
| Chlorure de sodium | 16,018 |
| Iode | 0,600 |
| Sels étrangers et brôme | 2,703 |
| | 100,000 |

Ces cendres, désignées aussi sous le nom de soude de varech, sont d'abord broyées par des roues verticales tournant dans une auge circulaire dont le fond est formé par une grille en fer, laissant passer les fragments jusqu'à la grosseur d'une noisette environ. On place les cendres de varech concassées dans une série de bacs dans lesquels l'eau, communiquant de l'un à l'autre par un système de siphons, se charge graduellement des sels solubles qu'elle renferme.

On envoie, au moyen d'une pompe, la lessive obtenue dans un grand réservoir supérieur renfermant cinquante mille litres, on titre la proportion de chlorure de potassium, et on ajoute une quantité de nitrate de soude qui, suivant la proportion des potasses variant avec l'espèce du varech, peut varier de quinze cents à six mille kilogrammes.

Le mélange, conduit dans des chaudières en tôle, est chauffé à une température telle, que le nitrate de potasse reste en dissolution dans l'eau, mais que le chlorure de sodium se précipite à mesure que le liquide se concentre, car la solubilité du sel marin est peu différente à chaud et à froid; on l'enlève à mesure qu'il se forme, avec de grandes pelles en écumoire; on fait égoutter ce sel marin dans des bacs, et on le livre au commerce pour divers usages, après en avoir extrait autant que possible les sels étrangers qu'il contient encore.

Le liquide renfermant le nitrate de potasse se rend dans des cristallisoirs, où le refroidissement le fait déposer; les eaux mères ne sont jamais jetées et sont remontées à la pompe, dans le réservoir supérieur, où elles se mêlent à de nouvelles lessives.

L'usine de Granville possède un atelier de raffinage du salpêtre, mais elle s'en sert peu aujourd'hui; elle livre son salpêtre à l'état brut.

Une des divisions de l'usine est consacrée aux très-intéressantes fabrications de l'iode, du brôme, de l'iodure et du bromure de potassium compris dans la soude de varech.

L'usine de M. Marchand Lecherf, à Lille, a, dans les dernières adjudications, obtenu la fourniture du salpêtre destiné aux poudreries françaises; c'est par les soins de la division des salpêtres, au ministère des finances, que se font ces adjudications, aussi bien pour les poudreries où se fabrique la poudre de chasse que pour les poudreries placées sous la direction du ministre de la guerre.

Comme à Granville, le salpêtre est obtenu à Lille par la double décomposition du nitrate de soude et du chlorure de potassium, mais ici le chlorure de potassium n'est plus fait avec des cendres de varech français; il est acheté aux mines prussiennes de Stas-

furth. On ne fait donc pas de lessive préalable; le mélange des deux sels a lieu dans la chaudière même; le sel marin, produit par l'union du chlore et de la soude, est enlevé à la pelle, et le nitrate de potasse, précipité dans les cristallisoirs, est livré à la raffinerie administrative de Lille, sous les apparences d'un sel de couleur grisâtre, bien loin de l'éblouissante blancheur qui le caractérisera après son épuration complète.

La raffinerie de Lille, dirigée par M. Violette, est un très-bel établissement, simplement mais commodément construit; les ateliers, situés au rez-de-chaussée, se continuent en retour d'équerre, de manière que les matières premières entrant dans les magasins à droite de la cour, soient traitées dans les ateliers du fond, et viennent attendre leur sortie dans les magasins de gauche, d'où elles partent pour les poudreries.

Au moment où nous visitions la raffinerie, on commençait une série d'expériences faites en grand sur la fabrication du salpêtre par le nitrate de soude et le chlorure de potassium; les procédés différaient peu de ceux de M. Marchand-Lecherf; seulement, de plus grandes précautions étaient prises pour s'assurer contre la persistance d'impuretés et de sels étrangers; aussi le salpêtre déposé dans des cristallisoirs était-il déjà blanc, sauf une légère teinte verdâtre, due sans doute au cuivre du récipient. Le sel marin enlevé, qui contient toujours une certaine quantité de salpêtre, est employé pour l'arrosage des feuilles de tabac dans les Manufactures de l'État dépendant du même ministère que la raffinerie.

Nous espérons que ces expériences donneront un bon résultat industriel; quand bien même le résultat financier serait moins favorable que le système des adjudications, il apporterait une si grande amélioration qu'on ne devrait pas hésiter un instant à l'adopter.

En effet, l'État peut subir certaines pertes ou plutôt sacrifier certains bénéfices que l'industrie privée ne peut négliger. Au lieu de chercher à utiliser indéfiniment les eaux mères pour en extraire quelques millièmes de nitrate de potasse, ne vaudrait-il pas mieux les abandonner que de conserver dans le salpêtre

les sels plus ou moins hygrométriques et qui altèrent les propriétés balistiques de la poudre? Ne vaut-il pas mieux, à chaque temps de la fabrication, prendre les plus minutieuses précautions qui écartent toute impureté et tous sels étrangers, plutôt que d'avoir ensuite à raffiner un salpêtre sale et chargé de sels qu'il est bien difficile d'en faire partir?

Nous trouvons dans un travail du colonel Massenet, directeur du Ripault, une indication précieuse sur les dangers de la fabrication du salpêtre par la double décomposition du chlorure de potassium par le nitrate de soude :

« Appelé, au mois de juillet 1869, à la direction de la poudrerie du Ripault, je remarquai que le temps nécessaire pour l'essorage des matières vertes se prolongeait bien au delà de celui fixé. Je reconnus que la cause devait en être attribuée au salpêtre employé.

» Depuis 1866, la raffinerie du Ripault étant supprimée, on avait procédé au lavage des matériaux formant le sol des ateliers, afin d'en retirer le salpêtre qu'ils contenaient, et dans la persuasion qu'il devait y avoir du chlorure de potassium, on avait acheté d'assez grandes quantités de nitrate de soude pour utiliser la potasse; on était arrivé aussi à obtenir du salpêtre qui contenait jusqu'à 40 pour 100 de nitrate de soude.

» En compulsant les registres de l'ancienne direction, je reconnus que, depuis 1849, on ajoutait à chaque cuite une certaine quantité de nitrate de soude, afin de profiter du chlorure de potassium que l'on croyait exister dans les eaux provenant du lavage du salpêtre brut. Cette opinion était, je crois, basée sur ce que le chlorure de potassium amène, lorsqu'on le dissout, un grand abaissement de température et que par suite, dans l'épreuve de réception, il doit faire déposer une partie du salpêtre de l'eau saturée, ce qui donne une augmentation dans le titre du salpêtre brut, d'où un bénéfice pour le vendeur.

» Mais le nitrate de soude jouit de la même propriété; quoi qu'il en soit, afin de contrôler les résultats que j'avais obtenus, j'adressai au laboratoire de l'École des mines et à celui des

ponts et chaussées des échantillons de salpêtre de diverses provenances. Tous les résultats des essais constatèrent la présence de nitrate de soude. Ainsi, un essai dont le résultat m'a été envoyé le 2 mai 1870, porte :

| | SALPÊTRE provenant de la Raffinerie de Bordeaux en 1864. | SALPÊTRE provenant de la Raffinerie du Ripault en 1867. |
|---|---|---|
| | — | — |
| Azotate de potasse . . . . . . . . . . | 94,57 | 97,05 |
| Azotate de soude . . . . . . . . . . . | 4,87 | 2,51 |
| | 99,44 | 99,56 |

» La raffinerie de Bordeaux, suivant les mêmes errements que celle du Ripault, met aussi du nitrate de soude dans les cuites.

» Il faudrait une étude attentive et suivie pour se rendre compte comment le nitrate de soude, qui, dans l'eau à 20°, est trois fois plus soluble que le nitrate de potasse, se trouve néanmoins en quantité aussi notable dans les produits des raffinages; comme vers 60° les deux corps sont également solubles, et comme c'est la température de l'eau lorsqu'on commence à porter dans les caisses le salpêtre déposé dans le cristallisoir, on peut admettre qu'une partie du nitrate de soude en dissolution s'est déposée également.

» La présence du nitrate de soude ne diminue pas les effets balistiques de la poudre lorsqu'elle est bien sèche; mais comme il est plus hygrométrique que le nitrate de potasse, la poudre fabriquée avec du salpêtre contenant du nitrate de soude se conserve moins bien et perd de sa force explosible. » S'il en est ainsi, et s'il est impossible d'éliminer entièrement le nitrate de soude, n'y aurait-il pas grand intérêt à chercher à produire directement le nitrate de potasse?

Voici comment M. Pelouze décrit la théorie du raffinage du salpêtre :

« La solubilité de l'azotate de potasse augmente très-rapidement avec la température, tandis que celle du chlorure de potassium et du chlorure de sodium reste à peu près stationnaire. C'est sur cette propriété qu'est basé le raffinage du salpêtre.

» Le salpêtre brut contient des chlorures, des sulfates, des carbonates, des matières terreuses et organiques. La première opération qu'on lui fait subir a pour but de le débarrasser de la majeure partie des sels étrangers solubles. A cet effet, on le met dans un grand bassin plat, en contact pendant plusieurs heures avec de l'eau qui est déjà saturée de salpêtre et qui se produit dans le travail courant du raffinage. Cette eau, qui est encore propre à dissoudre des sels étrangers, est versée sur la masse de salpêtre en quantité suffisante pour l'imbiber complétement. Environ douze heures après, on relève le salpêtre en l'agitant avec des écumoires de cuivre, et on l'amoncelle, pour le faire égoutter, à l'une des extrémités du bassin.

» Pour en séparer les matières insolubles, on le fait dissoudre à chaud dans une grande chaudière, où l'on verse d'abord 25 parties d'eau pure pour 75 parties du sel à raffiner. On ajoute le salpêtre par quantités successives, et lorsqu'il est entièrement dissous, on clarifie la liqueur avec une dissolution de colle. Il faut environ 3 kilogrammes de colle dissous dans 30 litres d'eau pour un raffinage de 4,000 kilogrammes de salpêtre.

» Le collage s'exécute en deux fois, la première avec 20 litres, la seconde avec 10 litres. On agite chaque fois la liqueur, et on ajoute une certaine quantité d'eau froide, de manière à interrompre l'ébullition. Il se forme des écumes qui font monter à la surface les matières organiques et terreuses en suspension. On enlève ces écumes au fur et à mesure qu'elles se produisent, favorisées par une légère ébullition; au bout de quelque temps, la dissolution est parfaitement transparente. On retire le feu, et lorsque la liqueur est descendue à une température de 90° environ, on la transvase dans un cristallisoir de cuivre dont le fond en rigole est formé par la réunion de deux plans inclinés.

» Dans la cristallisation du salpêtre, on a soin de remuer continuellement la dissolution au moment où elle cristallise, pour que le sel se dépose en petits cristaux prismatiques qui se purifient plus facilement que les gros cristaux accolés qui se formeraient dans la liqueur tranquille et entre lesquels se trouve-

rait enfermée de l'eau mère contenant des sels étrangers qu'il serait ensuite très-difficile d'enlever.

» Le salpêtre cristallisé est ramené sur les bords du cristallisoir, où il s'égoutte; les eaux mères retombent dans le cristallisoir; lorsqu'il est desséché, on l'enlève et on le porte dans des caisses où il est lavé.

» Le lavage est effectué dans une caisse munie d'un double fond troué sur lequel on tasse du salpêtre jusqu'à ce qu'il dépasse légèrement la partie supérieure de cette caisse.

» On y verse à quatre reprises, au moyen d'un arrosoir, de l'eau pure qui entraîne les eaux mères dont le salpêtre est imprégné. On arrête ce lavage lorsque la proportion de chlorures restant dans le salpêtre est réduite à moins de $\frac{1}{3000}$; c'est la limite au-dessous de laquelle les règlements interdisent d'employer le salpêtre pour la fabrication de la poudre. Ce degré de pureté est toujours de beaucoup dépassé dans les raffineries de l'État. Le salpêtre raffiné dans celle de Paris ne contient en moyenne que $\frac{1}{12000}$ de chlorures. »

Les règlements militaires français acceptent cette proportion de $\frac{1}{3000}$, mais les fonderies anglaises et allemandes exigent le $\frac{1}{12000}$; peut-être serait-il utile de l'exiger aussi en France, puisqu'il est possible de l'atteindre.

Quand le salpêtre est jugé suffisamment lavé, on le tire des bacs; on l'étend sur de grandes tables, et deux hommes font rouler sur le sel un gros cylindre de bois qui le pulvérise en poudre assez fine. Il est ensuite mis en barils et envoyé aux poudreries.

Au Ripault, on ne raffine pas de nouveau le salpêtre venant des raffineries du ministère des finances, mais on raffine celui qui arrive brut des autres salpêtreries, ou qui provient du lavage de poudres avariées.

Avant d'être employé dans les préparations de la poudre, le salpêtre est toujours essayé. Voici, d'après Pelouze, la théorie de l'essai du salpêtre :

« Cet essai est fondé sur la propriété que possède l'eau saturée d'azotate de potasse de dissoudre les sels étrangers qui sont mê-

lés au salpêtre, sans agir d'une manière bien sensible sur ce dernier sel. Ce mode d'essai a été proposé en 1789 par Riffault et a reçu depuis divers perfectionnements. On l'exécute dans les raffineries du gouvernement en prélevant sur la quantité du salpêtre à essayer un échantillon moyen du poids de 400 grammes qu'on traite dans un vase de verre à large ouverture, par 500 centimètres cubes d'une dissolution aqueuse saturée d'azotate de potasse pur. Après quelques minutes d'agitation, on jette la masse entière sur un grand filtre sans plis, et on la lave avec 250 centimètres cubes de la même dissolution saturée, en ayant soin de réunir sur le filtre, avec cette liqueur, l'azotate de potasse qui est resté adhérent au vase.

» Le salpêtre, bien égoutté, est séché à la température ordinaire sur plusieurs doubles de papier placés sur des matières absorbantes, telles que du plâtre ou de la chaux ; la perte du poids que le salpêtre a éprouvée indique la proportion des matières étrangères qu'il contenait.

» Toutefois ce mode d'essai ne donne pas le titre du salpêtre avec une très-grande exactitude, parce que, d'une part, les matières terreuses, dont la proportion s'élève souvent à 1 et 2 centièmes, restent dans le salpêtre d'épreuve, et que, d'une autre part, les sels solubles contenus dans le nitre brut agissent plus ou moins sur l'échantillon d'essai et sur la liqueur saturée. Ainsi le sel marin détermine la dissolution d'une certaine quantité de salpêtre et diminue le titre, tandis que le chlorure de potassium l'élève en produisant, au moment de la dissolution, la précipitation d'une certaine quantité de nitre qui s'ajoute à l'échantillon d'essai.

» Il faut joindre aussi à ces causes d'erreur les incertitudes qui tiennent à des variations de température qui peuvent se produire pendant l'analyse et faire varier la solubilité des sels; on les corrige, il est vrai, mais incomplétement, en traitant dans les mêmes circonstances que l'échantillon à essayer, 400 grammes de nitre pur par 750 centimètres cubes d'une dissolution saturée du même sel, et en appréciant la perte ou l'augmentation de poids que ces 400 grammes ont éprouvée à la fin des épreuves. »

En général, l'essai à l'eau saturée indique un titre trop élevé.

D'après le colonel Massenet : « Si on verse dans une dissolution du salpêtre à essayer une dissolution de biméta antimoniate de potasse, il y aura un précipité cristallin, si la liqueur contient un sel de soude.

» Pour faire convenablement cette épreuve, il faut faire dissoudre dans de l'eau bouillante 3 à 400 grammes de salpêtre à essayer. On concentre jusqu'à demi-saturation, et on laisse refroidir. On se sert pour l'épreuve de l'eau surnageante.

» Le biméta antimoniate de potasse contenant un excès de potasse, il faut le laver au moment de s'en servir avec de l'eau tiède que l'on décante dès que la liqueur est redevenue claire. On ajoute alors de l'eau à 30 ou 35 degrés. On agite, on laisse reposer un instant et on filtre; la liqueur obtenue sert à l'essai du salpêtre : la réaction ne se produit qu'au bout de quelques heures, si le sel de soude est en petite quantité. Cette épreuve ne dispense pas de celle des chlorures au moyen de la liqueur titrée. »

---

Les trois matières devant former la poudre étant réunies dans l'atelier de composition et tamisées avec le plus grand soin pour éviter la présence de tout corps dur qui, dans la préparation, pourrait déterminer par le choc ou la pression la déflagration du mélange, il y a lieu de procéder à la composition.

Elle n'est pas la même pour les deux espèces de poudre qu'on fabrique au Ripault, l'une dite *poudre à canon*, l'autre dite *poudre B*, destinée à remplacer la poudre à mousquet dans le chargement des armes portatives modernes.

Jusqu'à présent, et tant qu'on n'aura pas arrêté définitivement un modèle de pièces exigeant pour la charge, soit de la poudre comprimée, soit une poudre particulière donnant des vitesses initiales plus grandes, on fait encore au Ripault de la poudre à canon à gros grain, fabriquée par le procédé des pilons, pro-

cédé probablement destiné à disparaître en France, comme il a déjà disparu dans la plupart des autres pays.

La poudre à canon française se compose de :

| | |
|---|---|
| Salpêtre | 75 » |
| Soufre | 12,5 |
| Charbon | 12,5 |
| Total | 100,0 |

Pour assurer l'exactitude de ce dosage, on exécute le mélange par petites fractions de 10 kilogrammes dans des vases de bois qui portent le nom de *boisseaux de composition.*

On pèse exactement 7 kilogr. 500 de salpêtre que l'on répand au fond d'un boisseau; on mêle ensuite dans un autre vase 1 kilogr. 25 de charbon et 1 kilogr. 25 de soufre que l'on brasse avec 1 litre et demi d'eau, et on verse le tout dans le boisseau où se trouve déjà le salpêtre.

Quand on a préparé ainsi la charge suffisante aux vingt mortiers d'un moulin à pilon, on porte les boisseaux dans l'atelier de battage sur des brouettes couvertes, car il est important de prévenir la chute de quelque corps étranger dans le mélange.

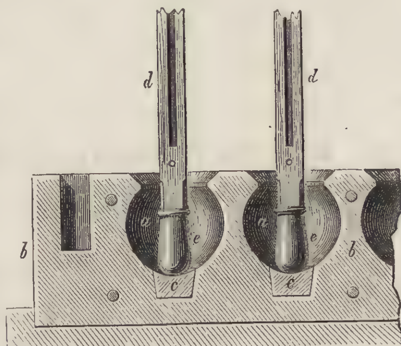
Les moulins à pilon se composent, comme pièce principale, d'une série de mortiers de forme sphérique en chêne, dont le fond est formé d'une bille de bois de cormier placée debout, parce que les fibres verticales résistent mieux au choc du battage que les fibres horizontales.

Les pilons qui doivent battre dans ces mortiers sont en bronze, et terminent des tiges rectangulaires en hêtre, glissant entre deux guides assurant leur perpendicularité au moment de la chute. Ces tiges étant tenues à une grande rigidité, ont dû être établies sur 11 centimètres d'épaisseur; leur poids, augmenté de celui du pilon, complète environ 40 kilogrammes. Un arbre en chêne, garni de levées en hélice, soulève et laisse échapper deux fois à chaque rotation le mentonnet placé au milieu de chaque tige; le pilon retombe dans le mortier d'environ 40 centimètres.

La rotation de l'arbre est déterminée par un moteur hydrau-

lique, roue Poncelet à aubes en tôle, ou turbine, suivant l'atelier.

A l'arrivée du mélange dans l'usine des moulins, on soulève tous les pilons de la batterie et on les maintient dans cette position au moyen de chevilles; on remplit tous les mortiers d'une même batterie en tassant à la main la matière, légèrement humide par l'eau qu'elle contient. Un premier battage d'un quart d'heure, à raison de trente ou quarante coups par minute, produit un tassement suffisant pour que l'on puisse augmenter la rapidité des coups, sans craindre de faire projeter au dehors la matière contenue dans les mortiers. La vitesse est alors portée à soixante coups par minute sans arrêter pendant une heure; au bout de ce temps, les pilons sont relevés et maintenus de nouveau par les chevilles. Quatre ouvriers par batterie, munis chacun d'une main en cuivre, vident les mortiers, et opèrent ce qu'on appelle le *rechange*, c'est-à-dire que le premier mortier reçoit le contenu du second, le second du troisième, et ainsi de suite jusqu'au dernier récipient, dans lequel se place le contenu du premier mortier, qui avait été déposé momentanément dans une caisse appelée *layette*.



Pilons.

Après le neuvième rechange, coïncidant avec la neuvième heure de battage, on laisse battre pendant deux heures de suite sans arrêter; au bout de ces deux heures, la matière est en général convenablement tassée et d'une cohésion suffisante pour qu'elle puisse subir les opérations successives qui doivent la transformer en grains.

La quantité d'eau que contenait la matière au moment où on la place dans les mortiers diminue graduellement pendant le battage, à cause de l'échauffement produit, et il est nécessaire de la renouveler par un ou plusieurs arrosages, suivant le degré de chaleur et d'hygrométrie de l'atmosphère.

Après la onzième heure de battage, le mélange contient encore 5 ou 6 pour 100 d'eau, et doit séjourner pendant trois ou quatre jours dans des magasins situés entre les moulins à pilon et les *grenoirs*, où il doit être porté encore légèrement humide.

Dans les premiers temps de la poudre, on ne s'était guère préoccupé que de sa nature chimique; ses dispositions physiques n'avaient pas été étudiées, et pendant longtemps on s'en servit à l'état de pulvérin, semblable à celui des pièces d'artifice; mais on reconnut bientôt que trois parties de pulvérin donnaient à peine autant de portée que deux parties de poudre grenée.

Les premiers grains furent gros comme des noisettes; on les diminua peu à peu, et aujourd'hui la poudre à canon ne doit être formée que de grains dont la grosseur est comprise entre 2 millimètres 5 et 1 millimètre 4.

Il ne doit y avoir par gramme que 250 à 400 de ces grains.

On commença par grener à la main; on grène aujourd'hui au moyen d'une tonne conduite par un moteur hydraulique; cette tonne, dont nous empruntons la description à un Mémoire de M. Le Bouteillier, est composée de deux parois plates en bois, reliées par une paroi circulaire formée de deux toiles métalliques concentriques; les mailles de la toile intérieure ont 7 millimètres d'ouverture; celles de la toile extérieure ont 2 millimètres 5; on verse dans le grenoir 25 kilogr. de matière pilonnée, auxquels on ajoute 20 kilogr. de gobilles de bois de cormier de 5 à 7 centimètres de diamètre.

La tonne fait environ trente tours par minute; les gobilles en retombant et se choquant concassent la matière et la projettent au travers des toiles métalliques; la poudre ainsi obtenue est placée dans une caisse agitée d'un mouvement de va-et-vient sur deux toiles métalliques appelées l'une *sur-égalisoir* et l'autre *sous-égalisoir*. Le sur-égalisoir, percé à 2 millimètres et demi et incliné d'avant en arrière, occupe la partie postérieure de la caisse, et se continue en avant par une planchette de bois dont l'inclinaison est la même que la sienne. — Le sous-égalisoir, placé au-dessous, est percé à 1 millimètre 4; il est

incliné en sens inverse d'arrière en avant. La partie antérieure de la caisse porte au niveau du sous-égalisoir une ouverture garnie d'une poche en toile; la partie inférieure de la caisse a aussi une ouverture garnie de la même manière; enfin, à la partie postérieure de la caisse, et à hauteur du sur-égalisoir, se trouve une petite toile métallique horizontale, à la perce de 25 millimètres, entourée d'un cadre en saillie, au-dessous de laquelle est une autre toile métallique aussi horizontale, à la perce de 1 millimètre 4. La matière sortant de la tonne de granulation tombe sur le sur-égalisoir. Le mouvement de va-et-vient fait glisser en arrière les grains plus gros que 25 millimètres, et une faible proportion de grains plus fins et de poussiers qui se rendent sur la petite toile horizontale.

Les grains trop gros sont retenus par cette toile, où ils sont repris pour être de nouveau projetés dans la tonne. Les grains plus fins et les poussiers traversent la première toile et tombent sur la seconde, qui retient tous ceux plus gros que 1 millimètre 4, tandis que les poussiers la traversent et tombent dans une écuelle disposée à cet effet.

Les grains retenus par la seconde toile sont de la poudre de bonne dimension.

Le mouvement de va-et-vient, qui a fait glisser en arrière les grains trop gros, fait traverser la toile métallique par toute la matière projetée qui a moins de 25 millimètres. Cette matière tombe sur le sous-égalisoir, qui retient les grains d'une grosseur plus considérable que 1 millimètre 4 et laisse passer tout ce qui est moindre. Ce résidu tombe dans le fond de la caisse et est reçu dans un baquet disposé à cet effet. Les grains d'une grosseur comprise entre 25 et 1 millimètre 4, c'est-à-dire convenables pour la poudre à canon, qui ont été retenus par le sous-égalisoir, glissent sur lui et viennent sortir par la partie antérieure de la caisse, où ils sont reçus dans un tonneau.

La tonne est alimentée d'une manière continue et peut débiter dans une journée 900 kilogrammes de poudre calibrée; sur 100 parties de matières mises dans la tonne, on recueille environ 45 kilogrammes de poudre et 55 kilogrammes de poussier.

Le travail de la journée, qui produit 900 kilogrammes de poudre, donne environ 1,100 kilogrammes de poussier.

En Angleterre, le grenage se fait plus rapidement au moyen d'une machine continue fabriquée par MM. Hall et C^ie^.

Les poudreries militaires françaises n'ont pas adopté le système de MM. Hall et ont continué à se servir de la tonne-grenoir pour la poudre à canon; elles emploient pour la poudre B un autre appareil que nous décrirons plus loin.

La poudre grenée doit être lissée. — Sous le premier Empire on ne lissait que les poudres fines et superfines destinées à la chasse, et la poudre de traite portée anciennement par le commerce à la côte d'Afrique; mais depuis on a trouvé avantage à lisser toutes les poudres de guerre. En effet, cette opération augmente la dureté du grain et diminue par conséquent les chances de pulvérisation pendant le transport. Les Anglais ajoutent même dans le lissage de la plombagine, environ une demi-once par 100 livres; on obtient ainsi une poudre très-brillante, moins hygrométrique, et dont la combustion serait moins instantanée.

Au Ripault, la poudre grenée au numéro réglementaire est placée par quantité de 300 kilogrammes environ dans une tonne tournant très-lentement pendant un quart d'heure environ. Le frottement des grains les uns sur les autres suffit pour endurcir et polir la surface. La poudre lissée doit être ensuite séchée.

Lorsque la température est favorable, on sèche à l'air libre sur de longues tables légèrement inclinées vers le midi; on y étend des toiles où la poudre, disposée par couches minces de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, se sèche convenablement et sans trop de déchet, lorsqu'elle est remuée doucement d'heure en heure avec de petits râteaux en bois. Mais le temps n'est pas toujours favorable : un grand vent, une pluie menaçante dérangent souvent l'opération, un coup de soleil trop intense fait briser les grains ou durcir tellement leur surface que l'humidité centrale ne peut s'en échapper; on a donc de tout temps pensé à construire des séchoirs artificiels.

Il était dangereux de chauffer à feu direct. M. Riffault établit en 1793 au Ripault une étuve à circulation d'air chaud, dans

laquelle on pouvait élever la température jusqu'à 70 degrés. Chaptal et Montgolfier obtinrent l'évaporation par une ventilation puissante; en 1802, on inventa un appareil disposé pour envoyer par des pistons, « dans une chambre échauffée à la température de 60 degrés centigrades, une masse d'air qui comprime celui de la chambre et le force de passer dans une pièce voisine, à travers la poudre disposée en couches épaisses dans une caisse et sur des châssis de fil de fer recouverts de canevas. »

Mais tous ces appareils n'ayant pas satisfait entièrement, on dut revenir au chauffage à la vapeur, qui, dès l'année 1781, avait été éprouvé en Angleterre, à la Manufacture royale des poudres, par Meyer Gerhardson.

L'appareil usité au Ripault se compose d'un cadre en bois légèrement incliné et percé de trous dans sa partie la plus basse; ce cadre porte une toile métallique sur laquelle repose une toile tendue, où la poudre est répandue en couches d'épaisseur uniforme; sous le cadre sont de larges tubes remplis de vapeur d'eau produite par une chaudière placée à quelque distance du séchoir, et séparée de cet atelier par une butte en terre. La vapeur traversant les tubes va se condenser dans un récipient contenant de l'eau qu'elle échauffe, et qu'une pompe renvoie dans la chaudière pour diminuer ainsi les frais de l'évaporation. Un ventilateur énergique pousse entre les tubes de vapeur de l'air qui s'échauffe, traverse la poudre et emporte son humidité dans une cheminée d'appel. 500 kilogrammes de poudre sont ainsi séchés en quatre heures.

Les manipulations qui suivent le grenage ont créé une nouvelle quantité de poussier appelé *poussier sec*, en opposition au *poussier vert* produit dans les opérations précédentes; on l'enlève par l'*époussetage*, qui s'exécute à bras sur deux toiles métalliques inclinées en sens inverse, la première d'avant en arrière, la seconde d'arrière en avant, et ne communiquant entre elles que par la partie postérieure. Ces toiles, à mailles assez serrées pour n'être traversées par aucun grain de volume réglementaire, laissent au contraire passer le poussier tombant dans une caisse sous-jacente.

La poudre, débarrassée des poussiers, après avoir fait le tour des deux toiles, est reçue dans des tonneaux. Pour que l'opération ait été bien conduite, il faut à ce moment qu'elle puisse être maniée sans laisser de traces aux mains.

Les autres manipulations de la poudre à canon étant identiques à celles de la poudre B, nous n'en parlerons qu'après avoir décrit cette dernière.

La poudre employée pour le chargement des fusils de l'ancien modèle, dite *poudre à mousquet*, avait la même composition chimique que la poudre à canon; la seule différence était dans la petitesse du grain. En effet, chaque gramme en contenait de 1,200 à 2,000[1]; mais cette poudre fut reconnue insuffisante pour produire un effet satisfaisant dans les armes à petit calibre et à longue portée comme le chassepot. On dut se rapprocher, comme composition et comme trituration, de la fabrication de la poudre de guerre anglaise.

La poudre anglaise dose:

| | |
|---|---|
| Salpêtre. | 75 |
| Charbon. | 15 |
| Soufre. | 10 |
| Total. | 100 |

La poudre nouvelle, surnommée *poudre B*, est dosée ainsi :

| | |
|---|---|
| Charbon. | 1k,550 |
| Soufre. | 1 050 |
| Salpêtre. | 7 400 |
| Total. | 10k,000 |

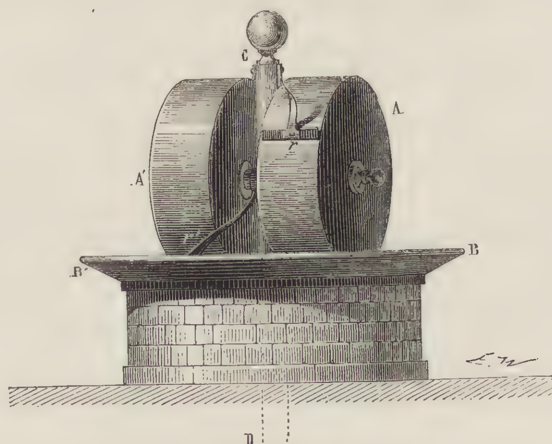
Cette proportion nouvelle a augmenté la force d'expansion, en augmentant le dégagement des gaz, et a diminué l'encrassement produit par les sulfures.

[1] La poudre à canon contient. . . . . . . . . . 250 à 400 grains au gramme.
La poudre à mousquet. . . . . . . . . . . . 1,200 à 2,000 — —
La poudre de chasse fine . . . . . . . . . . 15,000 à 30,000 — —
La poudre de chasse superfine. . . . . . . . . 30,000 à 60,000 — —
La poudre de chasse extra-fine. . . . . . . . . 50,000 à 80,000 — —
La poudre de mine à grains ronds de grosseur moyenne compris entre 2mm5 et 4mm5, contient de 30 à 40 grains au gramme. (Règlement sur le service des poudreries militaires.)

Au lieu de soumettre le mélange au pilon, on se sert d'un procédé employé anciennement sous le nom de *meules pesantes*, pour la production de poudre de chasse extrafine, et dont le but est d'obtenir par la pression une densité très-grande de la matière *galetée*, le procédé des pilons n'arrivant pas à donner au mélange la densité nécessaire pour obtenir des grains fins.

Le salpêtre et le soufre sont préparés comme pour la poudre à canon, tamisés avec plus grand soin encore. Le charbon est noir et provient du bois de bourdaine, distillé de 28 à 32 pour 100.

Les meules en fonte tournent verticalement autour d'un axe dans une cuvette en fonte établie horizontalement sur un solide massif de maçonnerie; elles pèsent environ 5,000 kilogrammes. Autrefois on faisait ces meules en marbre ou en bronze, croyant éviter ainsi les accidents, heureusement fort rares, et qui ne se produisent pas plus avec la fonte qu'avec tout autre corps.




Meules pesantes.

Chaque paire de meules opère sur 20 kilogrammes de matière; ce chargement est préparé dans deux vases contenant chacun 10 kilogrammes et où l'on a placé successivement :

| | |
|---|---|
| Salpêtre. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 7,400 |
| Soufre. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,050 |
| Charbon. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 1,550 |
| Total. . . . . . . . . . . . | 10,000 |

Le tout malaxé à la main et additionné d'un demi-litre d'eau par 10 kilogrammes.

On porte les deux demi-charges formant la charge entière de 20 kilogrammes dans la cuvette, et on étend la matière en avant de la meule jusqu'à la rencontre d'une mince lame de cuir qui a été interposée entre la meule et la cuvette pendant le repos.

On met la meule en mouvement jusqu'à ce qu'il soit possible de dégager la bande de cuir, et on égalise la matière sur le passage des meules.

La rotation est très-lente, car le mouvement ne dépasse pas dix tours par minute; le mélange, chassé latéralement par l'effort de la meule, est ramené sur son passage par deux raclettes, l'une intérieure, l'autre extérieure, et est ainsi pressé et trituré pendant trois heures. Une pluie d'eau sortant de tubes percés de petits trous et portée par un système lié à l'arbre vertical qui leur communique le mouvement, maintient dans le mélange une humidité nécessaire de 3 à 4 pour 100.

Lorsque les meules ont tourné trois heures, on juge la trituration terminée et on procède à l'opération nommée *galetage*, qui consiste à réunir en galettes aussi consistantes que possible le mélange destiné au grenage.

Les Anglais exécutent cette opération par la pression hydraulique entre des plateaux; au Ripault, ce sont les meules elles-mêmes qui sont chargées du galetage.

On a reconnu qu'en diminuant encore la vitesse de rotation, et en la réduisant à un seul tour en douze ou quinze minutes, on formait des galettes ayant presque la consistance d'un schiste ardoisé; ce dernier temps de l'opération demande une grande attention de la part de l'ouvrier chargé de régler la force hydraulique qui met en mouvement les meules.

La poudre galetée est portée pendant deux ou trois jours dans les magasins d'essorage, où elle perd son excédant d'humidité sans cependant arriver à dessiccation complète. On la casse avec des marteaux de bois en morceaux qui ne dépassent pas la grosseur d'une noix. Elle est portée alors au grenoir à

retour dont nous empruntons la description au Mémoire de M. Le Bouteillier :

« Cet appareil se compose de huit tamis montés sur un châssis en bois, mis en mouvement par un arbre vertical coudé, animé d'une vitesse de quatre-vingts tours par minute, et communiquant aux tamis un mouvement de va-et-vient circulaire correspondant. Chaque tamis est formé par trois fonds et une couverture laissant entre eux quatre intervalles. Le premier fond est en bois de noyer percé de trous tronconiques ayant leur grande base à la partie inférieure. Le deuxième fond, placé au-dessous du premier, est une peau à la perce de $1^{m}4$; deux petits plans inclinés partant des bords extérieurs du premier fond, viennent s'appuyer par leur partie inférieure sur le deuxième fond. Le troisième fond est un crible en peau à la perce de $0^{m}006$, assez serrée pour ne pas laisser passer les grains, mais assez lâche pour laisser tamiser les poussiers.

» Le premier fond, recouvert par une peau, contient un tourteau en bois dur. La matière concassée est versée dans un auget et descend par une poche en toile sur le premier fond. Le va-et-vient du tamis met en mouvement le tourteau qui brise les fragments de matière, les réduit en grains et les oblige à passer à travers les trous du premier fond, pour tomber sur le deuxième. Tout ce qui est assez petit pour passer à travers les trous de $1^{mm}4$ de ce fond le traverse et tombe sur le troisième fond.

» Les grains trop gros pour traverser le deuxième fond sont chassés par la force centrifuge sur les petits plans inclinés dont j'ai parlé, remontent sur le premier fond, où ils sont de nouveau soumis à l'action du tourteau. Les grains qui sont tombés sur le troisième fond contiennent une certaine quantité de poussier qui tamise à travers ses trous et sont conduits par une poche en toile dans des boîtes fermées où on les recueille. Les grains de bonne grosseur ne pouvant traverser le crible sont projetés à l'extérieur et conduits par une manche en cuir dans un baquet disposé à cet effet. » Le rendement moyen du grenoir mécanique est de 52 kilogrammes de grains à l'heure sur 100 kilogrammes de matière. »

Les grains sont lissés dans une tonne-lissoir du modèle Laville à deux compartiments. Le diamètre extérieur de la tonne est de 1m70 et sa longueur de 1m35; sa charge est de 300 kilogrammes de grains par compartiment, soit de 600 kilogram. pour la tonne entière. On fait tourner dix heures à dix tours par minute, et les douze heures suivantes à cinq ou six tours seulement. L'opération est terminée lorsque la poudre atteint une densité gravimétrique de 930 environ.

Le séchage et l'époussetage se font comme pour la poudre à canon; le résultat définitif est de 50 pour 100 de grains réglementaires, donnant à peu près 2,000 grains au gramme.

Le poussier contient encore plus de 10 pour 100 de grains plus petits, mais dont la présence dans la poudre n'altérerait aucunement ses propriétés balistiques. On le remet sous les meules en mêlant le poussier vert venant du grenage au poussier sec venant de l'époussetage. Au bout d'une demi-heure de pression sous les meules, les poussiers reforment de nouvelles galettes qui sont reportées au grenoir mécanique conjointement avec les galettes obtenues directement par l'opération primitive.

En conservant le fin grain dans les grains réglementaires de la poudre B, on aurait un rendement de 60 pour 100 au lieu de 50, ce qui apporterait une notable économie dans la production.

Les poudres terminées sont mises dans de petits barils dont chacun porte la marque de la poudrerie, l'indication de la nature de la poudre, l'année de sa fabrication, le poids net contenu dans le baril, la portée au mortier éprouvette, la vitesse initiale mesurée au fusil-pendule et la densité gravimétrique.

Ces dernières mentions sont le résultat d'une série d'épreuves exécutées d'après l'ancien règlement et qui ont pour but, non pas de constater les qualités effectives de la poudre, mais bien son identité avec elle-même et avec un type conservé comme modèle. Elles se font avec une méticuleuse régularité, suivant les prescriptions du règlement minutieux qui les régit.

Un premier examen doit constater si la poudre est formée de

grains anguleux ou ronds, si sa couleur est grise, noire ou plus ou moins rousse, si elle est lissée légèrement ou fortement, si elle est plus ou moins dépouillée de poussier; on détermine aussi ensuite le nombre de grains au gramme.

Pour établir la densité gravimétrique, on se sert d'un instrument nommé *gravimètre*, ayant intérieurement la capacité d'un décimètre cube; après l'avoir pesé pour en faire la tare, on le remplit de poudre en arrasant soigneusement avec une raclette. On pèse de nouveau, en tenant compte du poids du vase; on recommence trois fois de suite cette opération, et la moyenne donne la densité gravimétrique. On obtient la densité réelle dans un densimètre à eau saturée de salpêtre, ou bien dans un densimètre à mercure.

Pour éprouver la dureté, on place 8 kilogrammes de poudre dans un baril, on le fonce, on met le baril dans une chape, puis on fait, par son propre poids, rouler le baril sur des plans inclinés de cinq mètres de long chacun; lorsque le baril a roulé ainsi cent fois sur les deux planchers et parcouru mille mètres, on l'ouvre, on tamise à la main pendant quelques minutes, on pèse le grain resté sur le tamis, on retranche le poids obtenu de 8 kilogrammes, et naturellement, moins l'écart est considérable, mieux la poudre est reconnue d'une dureté résistant au transport.

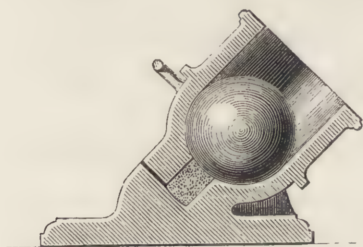
Les épreuves au mortier éprouvette sont peu différentes de celles que l'ordonnance de 1698 avait déterminées; il s'agit toujours d'envoyer un boulet au delà d'une distance minimum. Le mortier éprouvette n'est plus en bronze, il est en fonte, et le boulet ou *globe* est également en fonte; le poids du globe est de 29 kilogrammes 37, le poids du mortier est d'environ 160 kilogrammes : il est fixé par une semelle en métal, de façon à former un angle de 45 degrés avec un plateau en bois horizontal. Chaque globe porte un bouchon fileté et est pourvu d'une poignée également filetée; cette poignée, mise à la place du bouchon, sert à introduire le globe dans le mortier et à l'en retirer au besoin.

Pour le tir, le mortier est placé sur une plate-forme d'une

horizontalité absolue. La charge est de 92 grammes, et pour la poudre à canon le globe ne doit pas tomber en dedans de 225 mètres.

Comme les mortiers et les globes s'altèrent par le service, à chaque cinquante coups on fait une contre-épreuve avec la poudre type, spécialement affectée à chaque mortier, et l'on voit s'il y a lieu à correction.

L'approvisionnement de poudre type de chaque mortier a été fait au moment de l'entrée en service du mortier éprouvette et des quatre globes qui l'accompagnent; pour cela, on met à part 50 kilogrammes de la poudre en fabrication au moment de l'entrée du mortier à la poudrerie, et on la conserve dans des bouteilles bien séchées et hermétiquement fermées. On détermine la portée du mortier éprouvette et de ses globes primitifs avec cette poudre par le tir de six coups à la charge d'épreuve (92 grammes). La moyenne de ces six coups donne la *portée primitive du mortier avec sa poudre type*. Cette portée est inscrite sur une étiquette que l'on place sur chaque bouteille renfermant la poudre, et sur laquelle on mentionne, outre la désignation de la poudre et de la portée primitive ainsi déterminée, les résultats des autres épreuves auxquelles la poudre a été soumise pour sa réception, savoir : le nombre de grains au gramme, la densité gravimétrique et la vitesse au pendule à fusil.



Mortier éprouvette.

Pour apprécier la vitesse initiale, on se sert d'un pendule qui a pour poids le canon d'un fusil placé horizontalement et qui lance son projectile dans un récepteur formant également le poids d'un pendule placé directement en face de la bouche du fusil. Les arbres de suspension des deux pendules sont dans le même plan horizontal et espacés de trois mètres. Les deux tiges portant le récepteur sont réunies par une traverse terminée par un style destiné à entraîner le curseur d'un limbe gradué en degrés pour mesurer l'amplitude des arcs de recul.

Une petite règle divisée en millimètres peut en outre être adaptée au limbe, pour mesurer directement les cordes des arcs de recul.

Au moment de l'explosion, la balle vient frapper le pendule récepteur qui recule, tandis que le fusil recule également. Les degrés marqués par les curseurs sur les limbes du pendule balistique et du fusil-pendule mesurent l'intensité de la décharge, et au moyen d'une formule on en déduit la vitesse initiale, qui ne doit pas être inférieure à 450 mètres pour les poudres ordinaires, et doit, dans le fusil, arriver à dépasser 560 mètres pour la poudre B. Des épreuves analogues se font avec le canon-pendule, dans lequel une pièce de 12 remplace le fusil.



On éprouve aussi les poudres au point de vue de leur hygrométrie; l'épreuve se fait sur 25 kilogrammes de poudre, en prenant à divers points trois échantillons de 100 grammes chacun, en les pesant une première fois tels qu'on les retire, une seconde fois après les avoir séchés; on renouvelle cette épreuve au bout de six mois sur ces mêmes 25 kilogrammes remis en magasin, et l'on constate quel degré d'humidité ils ont absorbé.

Ces épreuves, incessamment répétées dans la poudrerie, guident les officiers chargés de la fabrication et les avertissent des moindres variations dans les qualités du produit qu'ils surveillent. Des épreuves semestrielles de contrôle et de comparaison, faites en dehors des établissements, sont également prescrites.

Tout est donc prévu, réglé par des ordonnances parfaites, pour obtenir une poudre constante. D'où vient donc que, de l'aveu même des officiers chargés de la fabrication, les poudres d'aujourd'hui ne se conservent pas comme celles d'autrefois?

Qu'on nous permette de répéter ce que nous avons dit au commencement de cette étude : « Avec les armes à longue portée basées sur l'usage de la hausse, la moindre altérabilité de la poudre, la plus légère variation dans la tension de la trajectoire, rendent presque inutile le fusil ou le canon. »

Il faut donc chercher au plus tôt à se rendre compte des causes qui peuvent déterminer ce défaut de fixité dans la poudre. — Et d'abord ne chercher pour sa fabrication aucune économie

funeste. — Supprimer pour le salpêtre le système des adjudications, qui épargne à l'État deux cent mille francs peut-être, mais à quel prix! — Ne pas s'efforcer, dans la fabrication de ce corps, d'utiliser indéfiniment les eaux mères, les eaux de lavage, qui finissent par concentrer tous les sels étrangers.

Ne pas laver des poudres avariées pour en retirer des salpêtres de provenances inconnues et les faire rentrer dans la fabrication des poudres nouvelles.

Installer dans chaque poudrerie un chimiste de profession, et ne pas obliger les officiers à faire des manipulations minutieuses qu'ils n'ont ni le temps ni l'habitude de faire.

Ne pas prendre dans le service actif des officiers pour les placer dans les manufactures, et, quand ils commencent à comprendre la fabrication, ne pas les remettre dans le service actif, pour les remplacer par d'autres qui ne connaissent rien aux procédés industriels.

Enfin avoir près de chaque établissement, soit de construction d'armes, soit de fabrique de poudre, un champ de tir sérieux où l'on expérimenterait continuellement et publiquement, en appelant aux expériences les métallurgistes, les mécaniciens, les chimistes.

On pourrait ainsi se rendre réellement compte de la résistance des métaux, de la force d'expansion des gaz, de la portée et de la justesse des armes.

Sinon, les peuples voisins, qui suivent si bien ce système, auront de bonnes armes et de bonne poudre, tandis que nous nous trouverons encore une fois devant eux avec des armes incomplètes, mal réglées, et des munitions insuffisantes. Une somme annuelle d'un ou deux millions au plus suffirait largement aux frais de ces expériences; ne serait-elle pas une prime d'assurance bien utilement payée?

# FERME EXPÉRIMENTALE

# DU BRIZAY

(INDRE-ET-LOIRE)

---

> L'on voit certains animaux farouches, des mâles et des femelles, répandus par la campagne, noirs, livides et tout brûlés du soleil, attachés à la terre, qu'ils fouillent et qu'ils remuent avec une opiniâtreté invincible. Ils ont comme une voix articulée, et, quand ils se lèvent sur leurs pieds, ils montrent une face humaine; et en effet ils sont des hommes. Ils se retirent la nuit dans des tanières, où ils vivent de pain noir, d'eau et de racines; ils épargnent aux autres hommes la peine de semer, de labourer et de recueillir pour vivre, et méritent ainsi de ne pas manquer de ce pain qu'ils ont semé.
>
> (LA BRUYÈRE).

Tel était, d'après la Bruyère, le tableau de l'agriculture sous Louis XIV.

Examinons aujourd'hui le chemin parcouru depuis lors, en décrivant la ferme expérimentale du Brizay, dirigée par M. Goussard de Mayolles, président du Comice agricole de Chinon, et fermier de madame la comtesse de Sparre.

D'autres propriétés sont plus considérables comme étendue, plus importantes comme cheptel, mais la ferme du Brizay est bien l'expression dernière de l'agriculture moderne, l'exploitation où se trouvent appliquées les plus récentes découvertes de la chimie agricole, les plus pratiques inventions de la mécanique appliquées à la culture de la terre, à la récolte de ses

Typ. E. Plon et Cie. 

produits. C'est une école pratique où peuvent venir s'instruire tous ceux qui comprennent que l'agriculture, véritable richesse de notre France, doit rallier à elle toutes les intelligences, toutes les forces vives de la nation.

Sans revenir aux paroles de Sully, sans reproduire les nombreuses phrases toutes faites, indéfiniment répétées à l'éloge de l'agriculture, en risquant même d'avoir l'air d'émettre des vérités de M. de la Palisse, nous rappellerons ce qu'on semble toujours oublier, c'est que tout vient de la culture de la terre : les métaux, de ses entrailles—les matières alimentaires, textiles et même simplement ornementales, de sa surface ou de ses eaux.

En effet, l'agencement social si compliqué de la civilisation contemporaine, a tout fait pour que l'on soit amené sans cesse à confondre la représentation de la richesse avec la richesse elle-même; la matière ouvrée est presque seule apparente, la matière première est loin des yeux, loin de la pensée, et presque toujours placée à un rang inférieur.

Cette sorte de discrédit atteint même ceux qui la produisent. Dans le classement professionnel, les banquiers qui se transmettent les papiers représentatifs des valeurs réelles, blé, vin, laine, métaux, etc., tiennent la première place; les ingénieurs qui dirigent les moyens de transport de ces valeurs viennent ensuite; les commerçants, commissionnaires des produits fabriqués, passent encore avant; suivent les tisseurs et autres professions analogues qui amènent la matière première à l'état utilisable. En dernier seulement viennent les telluriculteurs; mineurs qui arrachent charbon et minerai; chasseurs et pêcheurs, qui donnent fourrures, gibier et poisson ; agriculteurs, qui donnent pain, vin, viande, laine, soie, chanvre, etc. ; ceux-ci sont les derniers.

Aussi que de déclamations n'ont pas été dites et imprimées sur l'abandon des campagnes, et par l'ouvrier, et par le propriétaire du sol !

Il y a toujours une raison aux choses, et cet abandon était légitime.

C'est que la profession d'ouvrier des campagnes était et est

encore presque partout la plus dure, la moins rétribuée, la moins honorée; c'est que la profession de propriétaire foncier administrant une fortune territoriale est, en France, une des plus difficiles, des plus délicates et des moins rémunératrices.

Ce n'est pas sans hésitation que l'ouvrier rural quitte son pays, ses parents, ses amis, le ciel et le grand air, pour aller s'enfermer dans l'atelier d'une ville; ce n'est pas sans douleur que le châtelain se sépare de ses bois et de ses fermes.

Les plaisirs des villes n'ont pas un si grand attrait : il y a des causes profondes, dont il est bon de se rendre compte, et auxquelles il faut porter un prompt remède, car le danger est grand.

C'est là qu'est le véritable motif de l'infériorité chaque jour croissante de la France vis-à-vis des nations civilisées. Infériorité menaçant notre sécurité intérieure, comme elle a si cruellement atteint notre équilibre vis-à-vis des puissances étrangères.

Depuis la fin du siècle dernier, le perfectionnement de l'outillage industriel affranchissait peu à peu l'ouvrier manufacturier de la fatigue physique, et à l'exception de quelques rares exceptions, il avait plutôt à surveiller une machine qu'à user à outrance de ses forces. Le patron pouvait payer plus cher, puisqu'un homme, avec un métier, lui fabriquait dix fois, souvent même cent fois ce qui se faisait avant à la main; moins de fatigue et plus de salaire attira donc naturellement dans les ateliers les ouvriers des campagnes.

Et qui pourrait leur en faire un reproche?

On se plaint que l'agriculture manque de bras : ce qui est étonnant, c'est qu'elle en trouve encore.

Peu à peu tout ce qui avait une valeur s'en est allé. Il n'est guère resté au sol que les timides, les ignorants, les esprits rebelles à tout progrès.

Et lorsque le fils du propriétaire foncier est revenu de son collége ou d'une école plus haute, et qu'il s'est trouvé en face de sa terre, lorsqu'il a voulu appliquer ses lectures et ses études, il n'a rencontré que des oreilles effrayées qui ne comprenaient pas ses paroles, des yeux inquiets cherchant à lire sur ses traits s'il avait bien son bon sens.

Après quelques essais généralement suivis d'insuccès et s'étant rendu compte de la tâche qui le menaçait, il affermait à la hâte et à bas prix, s'il trouvait un fermier; s'il n'en trouvait pas, il vendait sa propriété aux dépeceurs, et se hâtait de changer ses hectares contre quelques-unes des nombreuses feuilles de papier rose, chamois, vert d'eau, qui représentent la fortune publique mobilisée.

La propriété s'en allait, s'amenuisant en lambeaux, et la surface du sol commençait à présenter ce navrant spectacle du morcellement infini où l'on arrive à ne pouvoir planter un arbre parce que la loi défend qu'il s'élève à moins de deux mètres du champ voisin.

Le paysan qui avait acheté un lambeau de terre, souvent sans pouvoir payer plus que les frais d'acte, s'épuisait en efforts surhumains pour payer l'intérêt et finissait par arracher à la terre à peine de quoi vivre et ne pas être exproprié par le marchand de biens

C'est ainsi que le prix des denrées s'est élevé et s'élève encore. Certaines cultures deviendront bientôt impossibles, et quant à la production de certains animaux, le mouton, par exemple, elle est déjà disparue sur un grand nombre de points, et sera restreinte forcément à quelques localités escarpées.

Ce morcellement sans limite, très-favorable à la culture potagère, donna d'abord un faux air de prospérité qui réjouit les économistes; mais les choux et les carottes, quelque beaux et nombreux qu'ils soient, ne peuvent suffire aux besoins d'une nation, et il fallut bientôt faire venir son blé d'Odessa ou de Chicago, ses gigots d'Allemagne, son lard de Cincinnati, sa laine d'Australie, et voilà maintenant que le bœuf à la mode arrive de Buenos-Ayres.

Quelques grands propriétaires plus courageux essayèrent la lutte, mais la plupart succombèrent; le temps n'était pas venu.

Ainsi, pour le département d'Indre-et-Loire, sur vingt-neuf concurrents à la prime d'honneur en 1865, il n'en restait plus debout que deux en 1873.

Il se forma cependant deux groupes qui réussirent à faire de l'agriculture lucrative, quoique basée sur autre chose que la routine pure.

Quelques riches propriétaires, favorisés par la nature de leur terrain, en Normandie et dans le Bourbonnais surtout, firent méthodiquement, et avec grand succès d'honneur et d'argent, l'élève du bétail dans les beaux pâturages de la Seine-Inférieure, du Calvados et de l'Allier.

Instruits, intelligents, appartenant aux cercles les plus élevés, ils entraînèrent leurs voisins par leur exemple, et ce fut par la zootechnie que commença le mouvement agricole moderne. Dans le nord de la France, l'industrie sucrière fut le ferment d'un autre mouvement, et la betterave donna aux agriculteurs l'argent pour mieux payer la main-d'œuvre, la pulpe pour engraisser les bestiaux.

Et il se forma un second groupe plus utile encore que le premier, car en plaçant au milieu de centres agricoles les chimistes et les mécaniciens des fabriques de sucre, on finit par diriger les études scientifiques du côté de la culture de la terre.

Les premiers essais d'engrais industriels, d'heureuses importations des machines anglaises et américaines, commencèrent à ouvrir les yeux des agriculteurs du Nord.

Payen, Isidore Pierre, et bientôt Bobière, Malagutti, suivis par Deherain, Grandeau, et de nombreux chimistes, s'attachèrent à étudier la terre et ses produits; mais ce fut Georges Ville dont la hardiesse éloquente vint enfin apporter à l'œuvre ce parfum de mode indispensable en France à tout mouvement.

Les comices, les sociétés d'agriculture et bientôt la grande Société des agriculteurs de France ont contribué à répandre et à propager l'impulsion dont on peut comprendre toute l'étendue en comparant les journaux agricoles de cette année avec ces mêmes journaux d'il y a vingt ans.

Une génération nouvelle se forme donc aujourd'hui, reprenant peu à peu possession du sol et s'adonnant à appliquer à la culture les connaissances acquises en physique, en chimie,

en météorologie, en botanique, en zootechnie, en mécanique et même en comptabilité.

L'un des pionniers de ce groupe d'hommes utiles, M. Goussard de Mayolles, ingénieur sorti élève de l'École centrale, résolut d'appliquer à la solution des problèmes de la culture les sérieuses études qu'il y avait faites. Il afferma la terre du Brizay, l'une des moins favorisées par sa nature et sa situation et des moins capables par son aspect d'encourager une telle entreprise; en effet, là, pas de gras pâturages, pas de terres profondes et d'une fertilité assurée, rien qu'un plateau calcaire, blanchâtre, où le mince épiderme cultivable est tellement couvert de pierres qu'il semble être le champ précis de Deucalion.

La route qui des bords de la Vienne monte doucement depuis l'île Bouchard vers Champigny pour conduire à Richelieu, s'infléchit à l'ouest à trois kilomètres environ, entre quatre rangs d'ormes séculaires qui séparent de grandes pièces s'étendant sur le relèvement sud de la vallée de la Vienne et sur les plateaux calcaires qui la dominent. Composée d'environ deux cents hectares achetés 150,000 francs en 1825 par le général comte de Sparre, la terre du Haut-Brizay fut, jusqu'en 1845, cultivée avec une impulsion progressive suivant la méthode de Mathieu de Dombasle, qui, à cette époque, servait de modèle aux agriculteurs français. Le général, fondateur du Comice de Chinon, répandit autour de lui les premières doctrines, bases aujourd'hui de la science agricole.

La mort l'enleva en 1845, et à partir de cette époque jusqu'en 1865, la culture du Haut-Brizay retomba dans le métayage et les habitudes locales, si bien que les deux cents hectares, en grande partie en friche, rapportaient, bon an, mal an, huit cent soixante-quinze francs environ.

C'est que dans les circonstances où se trouvent la terre du Brizay et les terres analogues, la nature ne fait rien d'elle-même. La couche arable est sans profondeur, quinze, vingt centimètres environ, reposant sur un sous-sol marneux, calcaire, pierreux, que l'on hésite d'autant plus à défoncer que l'on redoute de ramener à la surface de nouveaux cailloux pour

les joindre à la quantité déjà trop nombreuse de pierres qui recouvrent la plaine.

La terre blanche réfléchissant les rayons du soleil au lieu de les absorber, forme avec l'eau des pluies une bouillie liquide, sans consistance, qui, sous les rayons du soleil, se prend comme un produit céramique impénétrable; tel était le champ d'expériences mis à la disposition de M. Goussard de Mayolle, qui se mit résolûment à l'œuvre.

Dans un mémoire très-complet, trop complet même pour le jury qui avait à décider de la prime d'honneur en 1873, il a énoncé les principes qui l'ont conduit, raconté ses procédés opératoires et exposé les résultats obtenus.

Voici quels sont les principes :

1° Connaissance physique et chimique exacte du sol de chaque pièce par l'analyse ;

2° Adoption de la théorie et des principes de Liebig, qui se résument aini :

Restitution intégrale : 1° de toutes les matières minérales exportées par les récoltes, puisqu'à l'incinération tous les végétaux en offrent constamment; 2° de l'azote, qui, sous forme de grains, de viande, lait ou laine, ne fait jamais retour à la terre.

Toute la question agricole et économique est, suivant le président du comice de Chinon, renfermée dans ces quelques lignes :

*Le bénéfice de la culture n'est, en dehors de la spéculation, que le résultat de l'écart entre les dépenses fertilisantes et les produits vendus.*

« La chimie, la science, le raisonnement et l'étude apprennent pour chaque plante, pour chaque assolement, à connaître quelle est la forme la plus *digestible* des éléments de prédilection de chaque végétal, et par conséquent les indiquent nettement.

» Les admirables travaux de MM. Lawes et Gilbert, les brillants enseignements de M. Ville, leur remarquable conti-

nuateur, ont assis sur des bases certaines la question des dominantes, c'est-à-dire la nomenclature des éléments d'engrais préférés par chacune des plantes de la grande culture.

» Liebig ne nous dit-il pas, du reste, que le fumier, les excréments des animaux et de l'homme, n'influent pas sur les susdites plantes par leurs éléments organiques, mais indirectement par le produit de leur putréfaction, de leur décomposition, c'est-à-dire après la transformation de leur carbone en acide carbonique, et de leur azote en ammoniaque, ou en acide nitrique? Le fumier d'étable, qui se compose de parties ou de débris de plantes et d'animaux, peut, par conséquent, être remplacé par les combinaisons inorganiques auxquelles il donne naissance en se transformant dans le sol.

» 3° L'établissement d'un compte courant pour chaque pièce, véritable compte commercial.

» Créditer chacune d'elles des éléments trouvés à l'analyse, ainsi que des récoltes produites, exactement pondérées et analysées.

» Débiter chacune d'elles du fumier ou des engrais reçus, ceux-ci étant également analysés.

» 4° *Le déficit de fumier dans une ferme quelconque est en raison directe de son produit,* c'est-à-dire qu'*en l'absence de prairies naturelles*, jointe à l'impossibilité d'ensemencer avec fruit des sainfoins, des luzernes et des trèfles, il est indispensable de rendre au sol, non pas les pailles, non pas les excréments, mais bien, sous une forme déterminée, l'azote, l'acide phosphorique, la potasse et la chaux renfermés et totalisés dans toutes les exportations de la ferme.

» En agissant ainsi, on ne fera qu'entretenir la culture, on n'enrichira pas foncièrement le sol peut-être, mais on cultivera avec profit.

» En mettant les soins les plus rigoureux à l'établissement d'une sole de fourrages annuels, on créera une véritable fabrication de fumier qui, à la longue, rétablira dans le sol l'accumulation des éléments nécessaires au retour des prairies artificielles vivaces; surtout lorsque ces fumiers auront été enrichis par

des apports spéciaux, comme je viens d'en démontrer la nécessité.

» *Plus on récolte, plus on vend, plus on réalise, plus, par conséquent, on a extrait du sol d'éléments utiles, et plus absolue est l'urgence de ne pas borner aux pailles et aux déjections seulement la restitution à la terre.* »

C'est grâce à l'application de ces principes que la ferme du Brizay, qui nourrissait autrefois six chevaux, dix vaches, quatre ou cinq porcs et quatre-vingts moutons, peut porter aujourd'hui dix chevaux, trente vaches, sept cents moutons, vingt truies, une quarantaine de porcs à l'engrais, et suivant l'abondance des récoltes, deux ou trois paires de bœufs à l'engrais pour l'hiver. Cette quantité de bétail, importante déjà, serait bien plus considérable si les bâtiments le permettaient. La production, fourrage vert ou sec, a dépassé tellement les besoins du cheptel, que cette année le Brizay a vendu à la criée la coupe d'une vingtaine d'hectares de vesces et de sainfoins.

C'est que M. Goussard de Mayolles, comme doit faire tout agriculteur qui prend des terres en mauvais état, a commencé par chercher les moyens de couvrir ses champs de récoltes avant de penser à remplir ses étables d'un nombreux bétail, et c'est là le grand, l'immense service qu'a rendu notre maître M. Georges Ville, enseigner comment on peut, *sans bétail*, *créer le premier stock de litière et de fourrage.*

Jusqu'à présent, quand un homme courageux voulant se livrer à l'agriculture achetait une propriété sans paille ni fumier, comme elles se vendent généralement (car les bonnes terres en bon état se vendent peu), les anciens cultivateurs lui conseillaient de produire beaucoup de fumier.

Or, comment se procurer beaucoup de fumier sans fourrage et sans litière? Soit en en achetant dans les quartiers de cavalerie quand il s'en trouve à proximité, soit en peuplant sa ferme d'un cheptel qu'on ne pouvait nourrir qu'en se procurant à grands frais soit des tontures de prairies naturelles ou artificielles et des pailles quelquefois bien rares et bien chères. Heureux ceux qui trouvaient à se procurer des bruyères ou des joncs pour faire de la litière.

De ce fumier produit lentement et à tant de frais, on couvrait des terres qu'un long défaut de culture avait remplies de plantes adventices, qui seulent profitaient du fumier.

Les récoltes ne répondaient pas aux efforts et aux dépenses, et il fallait une grande persévérance et un capital indéfini pour dépasser la période décourageante, résultat forcé de ce mode de défrichement.

M. Goussard de Mayolles, mieux inspiré et imbu des principes de M. Ville, a compris qu'en ajoutant une dominante suffisante et en choisissant bien les plantes à ensemencer, on pouvait se créer des récoltes abondantes tout en nettoyant le sol, et en préparant pour l'avenir la possibilité de réunir de nombreuses fumures en augmentant le cheptel vif. Au lieu donc d'aller au hasard comme la plupart des cultivateurs, il a commencé par analyser la terre qu'il devait cultiver.

Il en a fait d'abord en quelque sorte l'analyse géologique :

« Le sol de la commune de Brizay, assez mouvementé, appartient à la classe des terrains tertiaires, à sous-sol de roches de sédiment calcarifère avec toutes ses variétés.

« On remarque en effet dans les terrains constitutifs de la commune les variétés suivantes :

« 1° Terrains à sous-sol de calcaire crayeux, avec sol de craie pulvérulente constituant pour les quatre cinquièmes la superficie des terres du Haut-Brizay ;

« 2° Terrains à sous-sol de marne et à sol argileux ;

« 3° Terrains à sous-sol de marne et à sol argilo-fragmentaire ;

« 4° Terrains à sous-sol de grès calcarifère et à sol fragmentaire ;

« 5° Terrains à sous-sol de grès calcarifère et à sol argilo-fragmentaire.

« La plupart des terres du Haut-Brizay appartiennent à la quatrième ou à la cinquième classe, quelques-unes, et pour une faible partie, à la troisième. Ainsi que je l'ai dit, sauf une dizaine d'hectares, le sol constitutif est un calcaire pur, légèrement argileux par accident, et offrant par conséquent de bien faibles ressources, à cause de sa pauvreté et de l'absence abso-

lue de profondeur de la couche arable, ne dépassant que bien rarement 0,15 à 0,20.

« La craie est une espèce de roche calcaire presque pure d'éléments étrangers, qui présente des caractères connus de tout le monde : elle est blanchâtre, tendre, au point d'être souvent friable et de tacher les doigts ; elle est très-avide d'eau et la retient avec force. Si on la soumet à l'analyse, on trouve qu'elle est composée presque entièrement de carbonate de chaux, auquel sont mêlés un peu de sable, peu d'argile et quelquefois des traces d'oxyde de fer et de magnésie ; enfin, dans la plupart des cas, on y découvre aussi une certaine proportion de phosphate de chaux à l'état tribasique ($PhO^5$, $3 Ca^0$).

« La terre végétale à laquelle cette roche donne naissance en se désagrégeant, est pulvérulente et de couleur claire ; elle absorbe beaucoup d'eau et fait avec elle une bouillie qui n'a pas de liant comme l'argile ; soumise à la dessiccation, elle redevient pulvérulente et friable.

« Un terrain agricole qui a pour sous-sol la craie, et pour terre végétale le produit de sa désagrégation, présente de nombreux défauts que je vais énumérer.

« Pendant l'hiver, le sol et le sous-sol étant saturés d'humidité, le gel et le dégel occasionnent des soulèvements et des affaissements qui ont pour effet de déchausser les plantes lorsque leurs racines ne sont pas très-profondes.

« En été, la surface du terrain devient très-sèche, sans que souvent les pluies puissent lui donner une humidité suffisante, à cause de la puissance d'absorption du sous-sol ; d'un autre côté la terre ne cède aux racines de l'eau que difficilement, et lorsqu'elle est à l'état de boue. A cause de sa couleur claire, le sol n'absorbe que peu de la chaleur solaire, mais il la réfléchit ; ce qui est doublement nuisible à la végétation. La terre crayeuse, par suite du grand excès de carbonate de chaux qu'elle renferme et de son défaut d'argile, n'est pas propre à la conservation des engrais : ceux-ci se décomposent promptement dans son sein, et leurs éléments les plus précieux, c'est-à-dire les sels ammoniacaux, se dissipent dans l'atmosphère.

« Le terreau lui-même, quoique composé principalement de carbone, finit par disparaître. Cet inconvénient, le plus grand de tous, oblige à des fumures fréquentes et abondantes, et malgré cela le sol manque toujours du fond d'humus qui serait nécessaire à sa fertilité.

« Pour ces dernières raisons, les terrains de craie blanche sont considérés comme naturellement stériles, et ce n'est qu'à l'aide de soins intelligents qu'on parvient à les rendre un peu productifs. L'expérience a prouvé que pour en tirer parti il fallait avoir recours aux composts, aux prairies artificielles, si la couche arable en permettait l'emploi, et surtout enfin aux engrais additionnels spéciaux et complémentaires soit du sol, soit des récoltes à en espérer.

« Étant donnée la composition d'un sol, étant connue celle des récoltes à en tirer, pourvu que les conditions physiques de leur existence coïncident avec les ressources offertes par la terre, il devient facile d'ajouter à cette dernière « ce qui lui manque ».

M. Goussard de Mayolles a analysé les quarante-huit pièces de terre qui constituent sa ferme. Voici les procédés d'analyse qu'il a suivis, tant pour la détermination de la composition physique que pour l'analyse chimique de chaque pièce.

Les éléments minéraux des terres arables sont:

1° Les cailloux et graviers, qui dominent dans le plus grand nombre des terrains;

2° Le sable;

3° L'argile;

4° Le terreau, comprenant l'ensemble des matières organiques et les produits fixes de leur décomposition.

« On a pris, dit-il, des échantillons caractéristiques de chaque classe, afin d'en déterminer par l'analyse la composition élémentaire, et d'en connaître ainsi la constitution physique et les propriétés agricoles. On fera ressortir plus loin leurs qualités essentielles et leurs défauts dominants, et on en déduira comme conséquence les amendements et les procédés de culture propres à accroître leur fertilité.

« Il importe de faire connaître d'abord la méthode d'analyse suivie et des procédés employés. »

*Exposition de la méthode et des procédés de l'analyse physique des terres.* — On fait dessécher la terre au soleil.

On en prend cent grammes, on les délaye dans l'eau et on les jette sur une passoire à fond de toile métallique disposée sur un grand vase cylindrique en verre.

On verse de l'eau sur la terre jusqu'à ce qu'il ne reste plus sur la passoire que les cailloux, les graviers et les gros débris organiques.

*Séparation et dosage des cailloux et graviers et des gros débris organiques.* — Les débris organiques sont séparés des cailloux en mettant le tout dans un bol rempli d'eau; les débris surnagent, on les décante, on les fait sécher et on les pèse.

On y verse enfin un peu d'eau acidulée, afin de voir s'il s'y trouve des graviers calcaires. Il n'y en a que dans les terres marnées.

*Séparation de la terre fine.* — On laisse déposer, au fond du vase cylindrique qui l'a reçue, la masse terreuse qui a traversé la passoire. On décante l'eau et on verse le dépôt dans une assiette creuse, on le fait sécher peu à peu à l'air et au soleil.

L'examen de cette terre, pendant son dessèchement, est très-curieux et assez important.

Quand la terre est très-sableuse, elle forme une couche uniforme, adhérente au fond de l'assiette, sans fendillement bien sensible.

Quand la terre est très-argileuse, au contraire, elle se fend, et se recoquille de la manière la plus curieuse.

La manière d'être de la terre pendant son dessèchement révèle donc déjà très-nettement sa nature plus ou moins sableuse ou argileuse.

*Dessiccation de la terre fine.* — On prend une partie de la terre, on la place dans une petite boîte ouverte en carton, et on la fait dessécher complétement dans une étuve d'eau bouillante de Gay-Lussac.

*Séparation et dosage de l'argile et du sable.* — On en prend un

poids exact de dix grammes, pour le soumettre à la lévigation, et deux grammes pour y doser le terreau.

Il faut se servir pour cette lévigation de l'appareil Masure. Dans cet appareil, l'argile et le sable sont complétement séparés par le courant d'eau continu et constant qui remonte dans l'allonge en soulevant la terre qu'on y a mise. Le sable reste dans l'allonge, l'argile se rend dans le vase, où elle se dépose.

On recueille à part le sable et l'argile sur des filtres de poids connu.

On les fait sécher à l'étuve et on les pèse encore très-chauds.

En retranchant du poids total du filtre à sable le poids connu du filtre, on obtient le poids du sable. On obtient de même le poids de l'argile.

Il faut observer, toutefois, que ce sable contient, ainsi que l'argile, le terreau qui s'y trouve accumulé. Une opération à part doit être faite pour le doser.

Le poids trouvé pour le sable, ajouté au poids trouvé pour l'argile, doit être exactement de dix grammes. On s'assure ainsi qu'on n'a rien perdu dans les manipulations de la lévigation; cette condition est très-importante.

Toutes les pesées doivent être faites à moins d'un centigramme près.

*Dosage du calcaire.* — On cherche ensuite si le sable et l'argile contiennent ou non du calcaire. On remet les filtres sur leurs entonnoirs de verre, on y verse d'abord quelques gouttes d'eau pure pour leur faire reprendre leur forme sans les briser, et on y verse ensuite de l'eau contenant environ un dixième d'acide chlorhydrique.

Si la terre est calcaire, une effervescence de gaz carbonique se forme immédiatement.

*Dosage des matières organiques par le grillage.* — Ce dosage, fait à part, porte sur les deux grammes de terre sèche mis à part avant la lévigation. On soumet cette terre au grillage à l'air libre, dans un petit creuset de platine porté au rouge dans la flamme d'une lampe à alcool.

La perte de poids subie par la terre est égale très-sensiblement

au poids de la matière organique. Dans les terres où il n'y a pas de calcaire, cette perte ne peut provenir de la décomposition du calcaire par la chaleur. L'argile seule pourrait perdre une partie de son eau de constitution, mais le grillage ne dure pas assez longtemps pour que l'argile subisse par la calcination une perte d'eau quelque peu sensible. Ce procédé suffit pour déterminer *au point de vue physique* les proportions de terreau dans une terre arable; il serait insuffisant pour doser chimiquement les éléments organiques.

L'analyse physique étant terminée, on traduit en proportions centésimales les résultats numériques obtenus.

« Je donnerai comme exemple l'analyse du sol de la pièce n° 1 (le Carroi du chien):

| | |
|---|---|
| Gravier et sable siliceux. . . . . . . . . . . . . | 6 |
| Carbonate de chaux en partie à l'état de sable. | 80 |
| Sable ordinaire. . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,30 |
| Argile, oxyde de fer, humus. . . . . . . . . | 11,70 |

« Le poids des graviers et sable étant de 88,30, celui des parties terreuses est de 11,70 pour 0/0.

« Dix grammes de cette partie terreuse contenaient donc 9 grammes 493 de sable et 0 gramme 507 d'argile.

« 100 gramm. auraient contenu 94 gr. 93 de sable, 5 gr. 07 d'argile; 11,70 de la partie terreuse contiendront en conséquence:

$94,93 \times 0,117 = 11,10$ 0/0 sable,
$5,07 \times 0,117 = 0,59$ 0/0 argile,
qui, avec les. . . 88,30 de gravier et de sable,
forment. . . . . 100 de terre en poids.

« Les gros débris organiques séparés avec les cailloux des 100 grammes de terre ont été de 0 gramme 0.7.

« Les deux grammes de terre soumis à la calcination ont perdu 0 gramme 0,4.

« 100 grammes de la terre auraient perdu 0 gramme $0,4 \times 50$ ou 2 grammes.

« Et 11,70 auraient perdu 2 × 0,117 ou 0 gramme 237. En y ajoutant le poids des gros débris organiques 0,07, j'obtiens pour poids total des matières organiques 0,237 × 0,07, soit 0 gr. 307 pour 100 gr. de terre.

« *Analyse chimique.*—Les substances solubles que contient une terre doivent être déterminées avec soin ; elles servent en effet, directement, à l'alimentation des végétaux, et ont, par conséquent, une grande influence sur la fertilité du sol. Voici comment j'ai procédé à cette analyse :

« J'ai traité à chaud 1 à 2 kilogr. de la terre par l'eau distillée ; après une digestion suffisamment prolongée, je sépare le liquide par le filtre et j'épuise le résidu par l'eau bouillante. La liqueur filtrée, réunie à l'eau de lavage, est ramenée par l'évaporation à son volume primitif ; s'il se dépose du plâtre, je le remets sur filtre, je le dessèche et le pèse. J'effectue ensuite chacune des déterminations indiquées ci-après sur un volume de la solution.

« 1° *Poids total des substances dissoutes.*—Je mesure exactement la moitié de la solution primitive, je l'évapore à siccité dans une capsule de platine tarée, et, après l'incinération des matières organiques, je pèse le résidu.

« 2° *Silice.* — Je reprends le résidu de l'opération précédente par l'acide chlorhydriqne, j'évapore à sec, puis je traite de nouveau par le même acide concentré ; j'ajoute de l'eau et je recueille la silice devenue insoluble.

« 3° *Acide carbonique, fer, manganèse, alumine, chaux et magnésie.* — Je détermine chacun de ces corps dans le liquide filtré, dont j'ai séparé la silice en opérant de la manière suivante :

« *Acide carbonique.*—Dosé par la perte de poids d'un appareil taré, dans lequel on attaque un à deux grammes de cendres par l'acide chlorhydrique.

« *Fer.* — A la liqueur dont on a séparé la silice, j'ajoute un léger excès d'ammoniaque, puis de l'acide acétique. Les phosphates terreux, d'abord précipités, se redissolvent ; sous l'influence de cet acide, le phosphate de sesquioxyde de fer reste seul indissous. Je le recueille sur un filtre et je le calcine. Il con-

tient tout le fer des cendres qui n'en renferment que très peu, et une portion seulement de l'acide phosphorique.

« *Chaux.* — De cette dernière liqueur filtrée, je précipite la chaux par l'oxalate d'ammoniaque et je dose la chaux à l'état de chaux vive, en soumettant l'oxalate de chaux, ainsi obtenu, à une haute température.

« *Magnésie et acide phosphorique.* — En les précipitant sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien, puis ce dernier, par la calcination, en pyrophosphate de magnésie. Le poids de ce dernier donnant tantôt toute la magnésie et une partie seulement de l'acide phosphorique, tantôt tout l'acide phosphorique et une partie seulement de la magnésie, il faut chercher par l'analyse qualificative lequel de ces deux cas se trouve réalisé. Dans le premier, j'active la précipitation de l'acide phosphorique en ajoutant du sulfate de magnésie ammoniacal à la liqueur dont j'ai déjà séparé le phosphate ammoniaco-magnésien. Dans le second cas, je termine la précipitation de la magnésie à l'aide du phosphate de soude.

« *Alumine.* — En suivant la marche qui vient d'être indiquée, l'alumine est précipitée avec le phosphate ammoniaco-magnésien, lorsque j'ajoute de l'ammoniaque à la liqueur dont j'ai séparé l'oxalate de chaux. Du reste la proportion de l'alumine est tellement faible dans les terrains qui me préoccupent, que j'en ai négligé l'appréciation.

« *Chlore.* — J'acidule 1/10 de la solution primitive par l'acide nitrique et je précipite le chlore par le nitrate d'argent.

« *Acide sulfurique.* — Par le chlorure de barium, sous forme de sulfate de baryte.

« *Acide phosphorique.* — J'évapore à siccité un autre 1/10 de la liqueur primitive, je verse sur le résidu de l'alcool aiguisé de quelques gouttes d'acide nitrique, puis je sépare ce liquide par le filtre, en y ajoutant un léger excès d'acétate de plomb. Si les phosphates font partie des matières dissoutes, on obtient un précipité de phosphate de plomb, dont on détermine le poids.

« *Potasse et soude.* — Pour déterminer ces deux bases, je mesure

encore 1/10 de la solution primitive, et j'évapore à siccité en présence d'un excès d'acide chlorhydrique. Je dissous le résidu dans une petite quantité d'eau, j'y ajoute de l'eau de baryte, puis, après digestion, je filtre. Dans le liquide filtré, je verse du carbonate d'ammoniaque pour en éliminer la chaux et l'excès de baryte; la liqueur, séparée par le filtre de ce dernier précipité, ne contient plus alors que les chlorures de potassium et de sodium, que je sépare ensuite par le bichlorure de platine, en transformant le chlorure de potassium en chloroplatinate de potasse qui, retranché du poids de la somme des deux chlorures, donne, par différence, le chlorure de sodium.

« *Dosage de l'azote.* — J'ai suivi la méthode de MM. Will et Warrentrapp modifiée et perfectionnée par M. Péligot.

« Le principe de la méthode repose sur un fait découvert par MM. Will et Warrentrapp: les matières azotées d'origine organique, chauffées, se décomposent et leur azote est entièrement transformé en gaz ammoniac.

« On recueille complétement et on dose l'ammoniaque. Le poids de l'azote est les 14/17 du poids du gaz ammoniac produit.

Les procédés de M. Péligot consistent :

« 1° A chauffer au rouge, dans un tube fermé d'un bout, un mélange intime de matière azotée et de chaux sodée en excès;

« 2° A chasser le gaz ammoniac qui reste dans le tube après la réaction, par un courant d'hydrogène produit par l'acide oxalique cristallisé, chauffé au rouge en présence de la chaux sodée;

« 3° A recueillir le gaz ammoniac dans un volume déterminé d'acide sulfurique titré. Le gaz ammoniac en neutralise une partie proportionnelle à son poids;

« 4° A déterminer la partie de l'acide restée libre au moyen d'une liqueur titrée de saccharate de chaux.

« Le changement de couleur de la teinture de tournesol, au moment où le liquide passe de l'état acide à l'état alcalin, indique avec précision la fin de l'opération.

« On connaît, par différence, le poids d'acide sulfurique qui a été neutralisé par l'ammoniaque provenant de la substance

analysée, et on en déduit le poids de l'azote que contenait cette substance.

« Je me suis assuré par des expériences préalables que la méthode et les procédés d'analyse sont applicables aux terres arables. L'analyse de la même terre plusieurs fois répétée a toujours donné le même résultat à moins d'un milligramme d'azote près. Il faut observer, toutefois, que l'azote étant à l'état de nitrate échappe à l'analyse. Les résultats trouvés par cette méthode sont donc au-dessous de la réalité, sans cependant s'en écarter sensiblement, car les proportions de l'azote d'une terre qui s'y trouve à l'état de nitrate sont très-faibles. »

Lorsque M. Goussard de Mayolles eut, par ces procédés méthodiques, établi l'état de pauvreté des terres qu'il avait à cultiver, il se rendit compte des difficultés qu'il avait à surmonter et chercha les moyens de les résoudre :

« Les seules ressources fourragères possibles, dit-il dans son mémoire, étaient donc les fourrages annuels, et les plantes sarclées, produites sur des engrais importés.

« La masse fourragère ainsi obtenue créait la nourriture. Il fallait également importer la litière.

« Quels étaient donc les engrais à employer? De quoi le sol avait-il besoin? De tout, sauf de chaux. De plus, son peu d'épaisseur, sa constitution s'opposant à la conservation des produits de la décomposition des engrais, il fallait tenir compte de cette situation physique.

« Il fallait donc : 1° déterminer quelle était, pour les plantes sarclées et les fourrages annuels, la forme sous laquelle les engrais devaient leur être offerts; 2° appliquer le même raisonnement aux céréales d'hiver et de printemps, en vue des pailles d'abord, et des engrais ensuite.

« *Ne pas ouvrir d'assolement régulier avant d'assurer une accumulation de principes fertilisants dans le sol.*

« Et appliquer, à chaque terme de la rotation, *au moins* la quantité de principes fertilisants nécessaire à l'obtention d'une récolte espérée, en tenant compte de la faculté d'absorption du sol.

« Les plantes, cultivées de 1852-1865, étaient les suivantes :

blé, avoine, peu d'orge, les pommes de terre, les choux, très-peu de betteraves et le sainfoin qui, en dernier lieu, ne donnait plus que des pacages.

« Le blé, pour produire de l'argent, les pacages pour nourrir, ou à peu près, les bestiaux au dehors presque toute l'année, les choux et quelques betteraves pour la nourriture des jours d'hiver, et enfin les pommes de terre, pour les porcs et pour la nourriture des gens de la ferme.

« Je considérai les céréales comme une conséquence et non comme un but. Je visai surtout à la paille ; les plantes sarclées et la vesce d'hiver devaient être les moyens originels de la résultante céréales.

« Il fallait donc improviser une fertilité initiale et suffisante pour obtenir une première bonne récolte.

« Sans admettre les idées absolues de M. G. Ville dans toutes leurs conséquences, je trouvai, dans ses enseignements, des indications qui m'ont été très-utiles.

« Les dominantes de la betterave et de la vesce d'hiver étant la potasse et l'azote, celle des céréales, l'azote et l'acide phosphorique, il fallait procurer à ces plantes ces principes fertilisants sous la forme suivante :

« Pour la betterave, sous forme d'azotate de potasse et de chlorure de potassium avec légère addition d'acide phosphorique soluble.

« Pour la vesce, sous forme de sels ammoniacaux et de sels potassiques, avec addition d'acide phosphorique soluble.

« Les engrais auxquels j'ai eu recours sont :

« 1° Les fumiers;

« 2° Le guano du Pérou (Chinchas);

« 3° Le guano fixé Bell;

« 4° L'azotate de potasse, le sulfate d'ammoniaque;

« 5° Les sels alcalins du Midi, dont le dosage en chlorure de sodium donnait la soude et aidait à l'assimilation des phosphates insolubles tribasiques du guano du Pérou ou du sol;

« 6° Les tourteaux.

« Dès que la fabrication directe de l'acide phosphorique fut

établie industriellement, j'ai eu recours à elle pour obtenir le phosphate ammoniaco-magnésien, le plus puissant de tous les engrais actuels et le plus assimilable.

« Enfin, maintenant, pour mes engrais de restitution ou de couverture, l'industrie m'offre des ressources précieuses qui me permettent de composer, suivant les besoins des plantes, en fonction de l'action climato-atmosphérique, des engrais spéciaux dont le prix de revient est inférieur aux engrais soi-disant complets du commerce.

« Le seul amendement dont je me serve est le plâtre pour les prairies artificielles.

« *Des fumiers.* — En 1867 et 1868, le manque de paille pour les litières m'obligea à avoir recours aux bruyères et ajoncs que je pouvais facilement me procurer. L'inconvénient de la plus grande division du sol était sensible, puisque déjà il n'était que trop léger, mais ces végétaux, riches en potasse, étaient ma seule ressource. J'y eus recours. Je provoquai leur division par le lave-ajoncs d'abord, par le bêchage des fumiers ensuite, par des applications répétées de purin, par des additions directes de matières azotées fermentescibles, par la compression, de telle sorte que le fumier apporté dans les champs était aussi divisé que possible en petits fragments. Je dominai ainsi, par ces diverses manipulations, les inconvénients résultant de l'emploi de cette litière.

« Réglementairement, le fumier des chevaux est enlevé tous les deux jours en été, tous les quatre jours en hiver; celui des vaches tous les huit jours, celui des porcs tous les jours, et porté chaque semaine sur la sole à fumier.

« Les fumiers sont donc stratifiés, mélangés. Ils ont reçu, de 1866 à 1869, un apport régulier de 10,000 kilogrammes d'engrais alcalins par an. Tous les mois, application du sulfate de fer pour éviter les déperditions ammoniacales.

« En été, arrosage, trois fois par semaine, avec du purin, ou de l'eau en l'absence de ce dernier.

« Roulage et compression, tels sont les soins généraux que reçoivent les fumiers de la ferme.

« La ferme de Gros-Bois, transformée en bergerie et éloignée de 1,800 mètres de la ferme du château, ne contient que des moutons, accidentellement quelques vaches et quelques porcs, suivant la situation de famille des bergers que j'ai eus à mon service.

« Le fumier des moutons étant enlevé tous les deux mois en hiver, tous les mois en été, est transporté, aussitôt que faire se peut, sur les champs destinés à porter, l'année suivante, la sole de plantes sarclées.

« De fréquentes applications de sulfate de fer sont faites, surtout en été, dans les bergeries mêmes.

« D'après les moyennes de production de fumier des différents animaux de la ferme, j'évalue à environ :

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 600 kil. | par tête | et par an | le fumier | produit | par les moutons. |
| 12,000 | — | — | — | — | par les vaches. |
| 8,000 | — | — | — | — | par les chevaux. |
| 1,000 | — | — | — | — | par les porcs. |

« Les fumiers sont analysés en cours d'enlèvement, et d'après leur teneur, la récolte espérée, le poids et le nombre ; l'écartement des fumerons est indiqué aux employés de la ferme chargés de leur placement dans les champs.

« La fabrication totale des fumiers a varié beaucoup d'après les conditions atmosphériques de chaque année. Depuis deux ans que la sécheresse a dominé pendant le printemps et l'été, les moutons n'ont pas trouvé leur nourriture dans les pacages extérieurs. Il a fallu leur donner un certain appoint de fourrage, de là une diminution notable dans la production de fumier de la bergerie. Cette année pourtant, grâce à l'engraissement de 247 moutons avec 200,000 kil. de betteraves, et 10,000 kil. de tourteaux et environ 40,000 kil. de paille, d'orge et de balles de blé, la bergerie aura produit 350,000 kil. de fumier, et l'ensemble de la ferme près de 700,000 kil.

« En 1870, j'ai suspendu l'apport des sels alcalins, considérant comme en excès la potasse donnée au sol depuis six ans, et je me suis borné à des additions de poissons décomposés qui ont

porté la teneur des fumiers en azote à 5.2, et celles d'acide phosphorique à 2.4.

« Tous les animaux sont tenus en stabulation permanente, sauf les moutons.

« La nourriture d'hiver consiste pour l'espèce bovine, en betteraves lavées, hachées, fermentées avec des balles, du sel et des tourteaux, ou fourrage à raison de 20 0/0 du poids vif, jusqu'au 1er juin.

« Celle d'été et de printemps, — vesce d'hiver, sainfoin, maïs, pois gris, pois perdrix ; jusqu'au premier novembre, coupés et mélangés quelquefois avec de la paille.

« Deux fois par semaine les vaches vont pacager les sainfoins après les coupes enlevées.

« Espèce porcine. — Nourriture d'hiver, — aliments cuits à la vapeur, betteraves, topinambours, pommes de terre pour les élèves. Maïs cuit, farine d'issues de riz avec tourteaux pour l'engraissement.

« Nourriture d'été : pois gris d'hiver, seigle en vert, grains.

« Espèce ovine. — Hiver, — brebis, fourrage 2 0/0 du poids vif, racines fermentées avec balles, sel et tourteaux de sésame.

« Agneaux. — Racines fermentées, tourteaux en quantité progressives, fourrage 3 0/0 du poids vif, paille, maïs ou avoine en grain.

« Nourriture d'été. — Le parcours.

« Chevaux. — Nourriture d'hiver, du 1er novembre au 15 février, 2 1/2 0/0 du poids vif en fourrage et 10 kil. topinambours ou carottes, 3 kil. 500 avoine. — Du 15 février au 1er novembre, 3 0/0 du poids vif en fourrage, 4 kil. avoine.

« Fourrage vert du 1er mai au 15 juin, environ 10 kil. par jour.

« Les lieux d'aisance de la ferme communiquent directement avec la fosse à purin vidée régulièrement deux fois par semaine, soit sur les fumiers, soit dans les champs sur maïs ou navets.

« Une disposition particulière des pentes d'écoulement de la cour de la ferme permet d'employer les purins, ou concentrés,



MOISSON



AMUELSON.

ou mélangés d'eau, dans une proportion déterminée par le concours *facultatif* des eaux de pluie.

« Je crois avoir décrit suffisamment les fumiers, leur traitement et les soins qu'ils reçoivent; je passe maintenant à une description succincte des engrais additionnels et à ceux de restitution, appliqués directement au sol. »

On voit que le Président du Comice de Chinon ne laisse rien au hasard; que, chez lui, tout est prévu, déterminé, et s'il obtient des succès, ce n'est pas parce que l'année est bonne et qu'il a de la chance, mais bien parce qu'il a longtemps préparé sa culture et ses moyens d'action.

Aussi a-t-il le droit d'être sévère lorsque ses calculs sont démentis par l'insuffisance de l'agent employé. Ses appréciations sur le guano paraîtront peut-être un peu sévères, mais elles sont le résultat d'une étude pratique dont on ne peut traiter légèrement les affirmations.

« Guano du Pérou (Chinchas). — Tout a été dit sur ce puissant et défunt engrais. Son succès permanent sur mes sols calcaires joint au fumier riche en chlorure de sodium prouvait bien qu'ils étaient avides d'azote et d'acide phosphorique, et malgré la volatilité de ses sels ammoniacaux, il était, par son haut dosage, le plus économique des engrais encore en 1868.

« La production herbacée était énorme, la grenaison abondante, ce qui prouvait bien que les trois éléments, azote, acide phosphorique et potasse, étaient ajoutés en proportion suffisante et voulue.

« Pendant la dernière année pourtant qu'il m'a été possible d'en obtenir d'Angleterre, j'avais voulu me rendre compte de la déperdition de cet engrais abandonné à lui-même en sacs sous un hangar couvert. J'ai constaté une perte de 3,43 d'azote en quatre-vingt-quinze jours sur 14-17 qu'il renfermait.

« A ce même moment, la maison J. Gibb's de Londres fit l'acquisition du brevet Bell ainsi spécifié : « Fixation de l'azote, des urates, des carbonates et oxalates ammoniacaux, par la solubilité ou l'assimilabilité du phosphate tribasique du guano

Chinchas, s'élevant à une moyenne de 25 0/0, et ce, par le traitement par l'acide sulfurique du poids initial.

« Cette idée extrêmement juste avait les résultats suivants :

« Bénéfice pour le vendeur, par suite de l'augmentation de la masse.

« Bénéfice pour l'agriculteur, qui échangeait un produit renfermant 13 à 14 0/0 d'azote *volatil*, contre 10 à 11 0/0 de ce même principe, mais entièrement fixé, et transformé en sulfate d'ammoniaque fixe.

« Bénéfice plus grand encore par la substitution de 16 0/0 de biphosphate de chaux ($Pho^5$, CaO) soluble, aux 25 à 30 0/0 de phosphate tribasique insoluble.

« Les expériences répétées que j'ai faites sur ce produit, qui coûtait 0 fr. 75 c. de moins les 100 kil. que le guano Chinchas, m'ont toujours donné, à poids égal, un résultat supérieur à celui obtenu par l'emploi de ce dernier, bien qu'il renfermât 1/3 de moins en azote. Ce fait s'explique tout naturellement, en ce sens que les 10 à 11 0/0 d'azote étaient entièrement utilisés par les plantes, ainsi que les 26 0/0 de biphosphate de chaux, tandis que les 13 à 14 0/0 d'azote du chinchas s'évaporaient en partie, et que les 25 à 30 0/0 de phosphate tribasique n'étaient qu'en minime partie utilisés. De là accumulation constante d'un seul élément, l'acide phosphorique, diminution croissante de l'azote et de la potasse, de là enfin la maladie du guano pour les terres soumises à ce régime depuis un certain nombre d'années.

« Depuis que l'épuisement des îles Chinchas a relégué à l'état de souvenir leurs produits, le gouvernement péruvien a battu monnaie avec des produits similaires, et très-inférieurs quoique vendus au même prix. Les principes utiles que le chinchas renfermait sont remplacés par du sable; le dosage d'azote est tombé à 9,81 0/0, celui des phosphates s'est élevé à 34,29 0/0 (analyse d'un échantillon qui m'avait été proposé par M. Russeil, consignataire de MM. Thomas La Chambre et C^ie^).

« Ces chiffres vérifiés par moi et reconnus exacts.

« En appliquant à ce dosage la perte par évaporation citée plus haut, environ 23 0/0, l'apport utile se réduisait à : 9.81 —

2.37 = 7,44 0/0 d'azote, diminution qui n'était nullement compensée par les 8 à 10 0/0 de phosphate tribasique en surplus.

« Le procédé Bell appliqué à ce produit a conservé les mêmes avantages relatifs, découlant de son principe. Il dose aujourd'hui 5 à 6 0/0 d'azote à l'état de sulfate d'ammoniaque, et renferme en outre de 16 à 18 0/0 de biphosphate de chaux; soit 8 0/0 d'acide phosphorique. Il reste encore un excellent engrais qui peut répondre à tous les besoins, en augmentant son dosage en azote et en potasse, s'il y a lieu.

« *Azotate de potasse, sulfate d'ammoniaque.* — Pendant les premières années de la culture, ces deux sels, énormément riches en azote et en potasse, ne valaient pas plus de 40 à 45 fr. pour le premier, et de 35 à 36 fr. pour le second les 100 kil.

« Cela mettait le kilo d'azote a 1 fr. 50 c. environ, celui de potasse à 0 fr. 80 c. J'avais grand avantage à me les procurer à ce prix et je leur dois beaucoup pour l'obtention de mes premières plantes sarclées et de mes premiers fourrages annuels.

« Aujourd'hui leur prix est inabordable, et j'ai dû les abandonner comme source d'azote et de potasse.

« *Engrais alcalin de Berre.* — Étant donnée la nécessité absolue de restituer au sol la potasse enlevée par les récoltes et de la rendre sous une forme telle que les plantes puissent se l'approprier, à quelle source se la procurer?

« Autrefois, dans la fabrication du sel marin, on rejetait à la mer les eaux concentrées qui l'avaient laissé déposer. Par de savantes et laborieuses études, M. Balard a montré que ces eaux-mères pouvaient être traitées, pour en retirer plusieurs sels utiles. Les procédés qu'il a indiqués, plus ou moins modifiés ou perfectionnés, sont appliqués actuellement sur une vaste échelle et forment la base de l'industrie des eaux-mères des salins, produisant des quantités considérables, indéfinies, de sels de potasse, de soude et de magnésie.

« Le mode de fabrication et les produits obtenus varient suivant qu'on soumet les eaux-mères à la seule action des agents atmosphériques, comme le fait la Compagnie des salins du Midi

à Berre, ou qu'on leur fait subir un refroidissement artificiel au moyen des appareils Carré, employés par MM. Merle et Cie en Camargue.

« Les eaux de la mer, évaporées sur de grandes surfaces, puis sur des tables salantes, laissent déposer de 25° à 32° Beaumé, environ, les 4/5 de leur chlorure de sodium; en continuant la concentration des eaux jusqu'à 35° Beaumé, on recueille un composé formé d'un mélange de sulfate de magnésie et de chlorure de sodium qui porte le nom de sel mixte; la décantation opérée, et l'évaporation poussée jusqu'à 38°, on obtient finalement un mélange de sulfate de potasse, de sulfate de magnésie, de chlorure de magnésium et de chlorure de sodium, appelé sel d'été ou engrais alcalin brut.

« Ce produit, séparé des eaux qui l'ont déposé, est débarrassé par égouttage d'un excès de chlorure de magnésium, sel très-déliquescent qui est en partie entraîné par les eaux.

Composition moyenne pour 1,000 kil.:

| | |
|---|---|
| Sulfate de potasse | 258 |
| Sulfate de magnésie | 124 |
| Chlorure de magnésium | 124 |
| Chlorure de sodium | 185 |
| Eau | 299 |

« La Compagnie des engrais alcalins prépare également un autre produit qu'elle appelle engrais alcalins sulfatisés et qu'elle obtient par le traitement de l'engrais alcalin brut par l'acide sulfurique; les chlorures disparaissent en grande partie, et l'engrais sulfatisé se présente avec la composition suivante:

| | |
|---|---|
| Sulfate de potasse | 223 |
| Sulfate de soude | 282 |
| Sulfate de magnésie | 366 |
| Eau et sel marin | 29 |

« Cette transformation a pour but la suppression du chlorure de magnésium, considéré comme nuisible à la végétation, par suite de la causticité de la magnésie; mais placé au milieu de

matières azotées fermentescibles et phosphatées, telles que le fumier, le chlorure de magnésium se transforme entièrement en phosphate ammoniaco-magnésien. Les 299 kilos de chlorure de sodium qui l'accompagnent aident à la dissolution des phosphates tribasiques, soit du sol, soit des fumiers.

« Il y a donc un avantage sérieux à se servir de l'engrais alcalin brut, à la condition de le mélanger aux fumiers; il ne coûte en outre que 6 fr. les 100 kil., tandis que le second en coûte 15.

« Bref, en payant 6 francs cet engrais, on a 14 kil. de potasse, soit 0 fr. 43 c. le kil., prix le plus inférieur présenté par l'industrie, les chlorures de magnésium et de sodium couvrent largement les frais de transport jusqu'à la ferme.

« Enfin, et comme dernière source d'azote, il me reste à parler des tourteaux d'arachides décortiqués et du composé spécial qui fait la base de mes engrais de restitution.

« On sait que c'est dans les graines que se trouvent concentrés l'azote et la presque totalité d'acide phosphorique renfermé par les végétaux.

« De là le pouvoir fertilisant considérable des tourteaux en général, sous les réserves suivantes.

« Duhamel avait recommandé de répandre la poudre de dix à douze jours avant de semer la semence. Sans cette précaution, disait-il, les graines qui s'envelopperaient de cette poudre avant qu'elle eût éprouvé l'action du soleil ne germeraient pas.

« Villemorin a constaté que toutes les fois que des graines furent mises en contact immédiat avec la poussière des tourteaux de colza, elles ne purent germer convenablement.

« M. de Gasparin fit la même observation et reconnut que les parties huileuses, encore adhérentes au tourteau, se sont communiquées aux graines et qu'elles les ont privées du contact de l'air et de l'humidité, les empêchant ainsi de germer.

« Il faut donc toujours semer les tourteaux quelque temps avant l'ensemencement pour que, sous l'influence de la pluie et du soleil, l'huile qu'ils pourraient renfermer s'altère et disparaisse.

« Les tourteaux constituent une source d'azote; seulement, leur

emploi dans ce sens est indiqué vis-à-vis d'une accumulation de potasse et d'acide phosphorique dans le sol.

« Il y a deux sortes de tourteaux d'arachides :

1° Ceux dont la graine a été décortiquée ;

2° Ceux dont la graine ne l'a pas été.

« Ces derniers doivent être écartés, quant à l'application au sol, et donnés aux bestiaux, eu égard à l'huile qu'ils retiennent. Les premiers seuls peuvent être appliqués à la terre, et encore sous les réserves citées plus haut.

« Ceux que je reçois de Nantes ont la composition suivante:

| | | |
|---|---|---|
| 100 kil. | Matières organiques | 83,1 ou azote 7,1 |
| | Phosphate de chaux | 1,20 |
| | Sels solubles | 3,80 |
| | Eau | 12 |

Ils coûtent en moyenne 15 francs les 100 kil., soit un prix de revient de 2 fr. le kilo d'azote.

« Mais, je le répète, les tourteaux en général constituent un engrais incomplet, n'apportant que l'azote, et dont l'emploi n'est indiqué que vis-à-vis d'une situation agricole comme celle que j'ai déjà citée.

« Toutes les plantes que je cultive ont besoin, ainsi que le sol, d'un apport constant d'azote, d'acide phosphorique et de potasse.

« Dans de certains cas, il me faut un engrais à décomposition lente, surtout eu égard à mon sol qui possède, au suprême degré, le pouvoir de déperdition des engrais.

« Je me suis entendu avec MM. Faure et Kessler de Clermont-Ferrand pour la fabrication du compost suivant :

« Débris d'animaux, viande, déchets d'abattoir traités par l'acide sulfurique et l'excès de ce dernier saturé par du phosphate de chaux tribasique dosant 60 0/0, puis addition de 5 0/0 de potasse sous forme de chlorure de potassium.

« L'engrais ainsi obtenu dose 5 1/2 0/0 d'azote, 7 à 8 0/0 d'acide phosphorique et 3 0/0 de potasse.

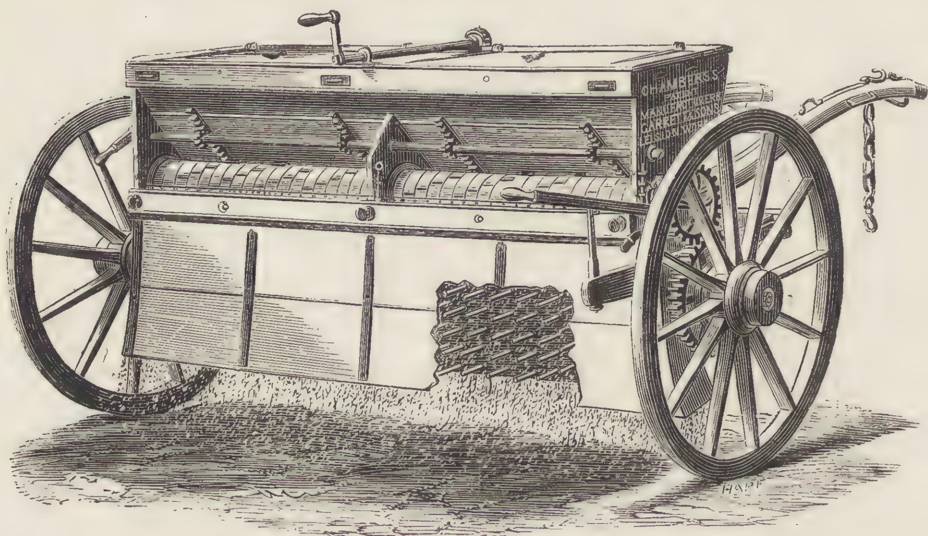
« Il me rend les plus grands services pour les topinambours,

notamment dans les terres destinées à porter des prairies artificielles, et surtout pour renforcer les parties de pièces de qualité inférieure afin d'égaliser les récoltes autant que possible.

« Enfin, et pour clore ce long chapitre, il me reste à parler de la source à laquelle j'ai recours pour l'acide phosphorique.

« Je me le procure à raison de 1 franc le kilo à l'usine de MM. Blanchard et Chateau, soit sous forme de phosphate-ammoniaco-magnésien, soit directement et seul.

« J'emploie également les superphosphates d'os dégelatinés, dosant 12 0/0 d'acide phosphorique.



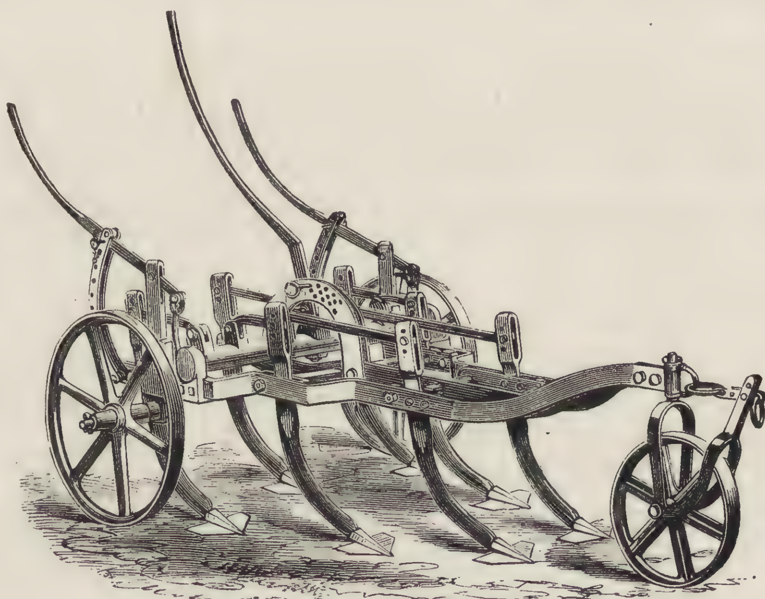
Distributeur d'engrais de Chambers

Tous ces engrais sont répandus également sur le sol au moyen d'un excellent instrument, le distributeur Chambers.

Il se compose d'une caisse supérieure cloisonnée en quatre parties égales où l'on verse l'engrais pulvérulent au moyen de crémaillères obéissant à des pignons portés par une barre dont la rotation sur elle-même est réglée par une manivelle correspondant à une roue dentée servant de diviseur; on lève plus ou moins la palette servant de fond à la caisse; la palette en s'élevant laisse une ouverture de plus en plus grande au travers de laquelle passe l'engrais.

Après avoir exposé en ces termes clairs et précis les procédés d'application des engrais chimiques, le Mémoire de M. Goussard de Mayolles dit quel est l'assolement au Brizay et donne les raisons qui ont déterminé cet assolement. Nous les reproduirons en entier tout à l'heure, bien que nous n'accordions pas à l'assolement et à ses lois vénérées l'importance que leur donne encore le président du comice de Chinon.

Sans doute il ne faut pas déterminer au hasard les plantes à cultiver dans tel ou tel champ, et semer indéfiniment la même



Scarificateur Colemann.

sorte sur le même sol. Mais s'ensuit-il de là qu'on doive appliquer à ses terres une formule uniforme une fois conçue? Nous ne le croyons pas. L'agriculteur doit être instruit, attentif, et, plus que toute autre chose, il doit être opportun.

Si l'on admet l'assolement comme une règle inviolable, il arrive bien souvent qu'on est inopportun, surtout dans les contrées où la climaterie est aussi variable qu'au sud de la Loire.

Si vous avez bien préparé et fumé votre champ pour une récolte de blé, et si elle vient à geler, devez-vous vous abstenir de

faire sur ce champ une nouvelle semence de froment, parce que les lois de l'assolement vous le défendent?

Inversement, êtes-vous tenu de faire nécessairement du froment quand l'année du blé est venue, si la sécheresse vous a empêché de travailler suffisamment votre terre et de la mettre en état de le recevoir? Et, si vous manquez de fourrage, ne ferez-vous pas mieux de faire à cette même place, soit de la vesce, soit du trèfle incarnat, soit même, au printemps, une culture fourragère quelconque?

Les règles de l'assolement sont comme les habits des confectionneurs, qui vont à peu près mal à tout le monde. Elles ne tiennent, en général, aucun compte du temps qu'il a fait et qu'il fait, de la proportion de pluie, de froid ou de sécheresse, élément très-important en agriculture, et dont, en général, les maîtres ne se proccupent pas. L'agriculteur doit être absolument délié de toutes ces chimères d'assolement, s'abstenir soigneusement de toute idée préconçue, et faire ce que l'étude, la réflexion et les circonstances lui conseillent et souvent lui imposent.

Voici comment M. Gossard de Mayolles comprend son assolement :

» Le canton de l'Ile-Bouchard, et je dirai presque la partie de l'arrondissement de Chinon située au sud de la Loire, ne sont pas, à vrai dire, un pays de culture.

» L'assolement est une chose ignorée, la *coutume* règne seule.

» La coutume est, dans la plupart des cas, une rotation biennale, blés, jachère.

» Cette dernière reçoit le maigre fumier produit de novembre à mars, tandis que le blé absorbe celui de mars à novembre, s'il y en a.

» Parfois la jachère est légèrement fumée et porte une plante sarclée.

» Quelquefois la rotation est triennale, blé, avoine, jachère verte. Cette dernière, fumée, reçoit des choux qui occupent le sol dix-huit à vingt mois, puis blé.

» Enfin, lorsque la terre est épuisée par un pareil système

de culture et se refuse à produire, on ensemence un mélange de sainfoin et de trèfle qui rend un ou deux ans, puis est abandonné comme pacage aux animaux pendant trois ou quatre ans.

» Tel est le système cultural de la commune et même de la contrée entière.

» Le citer suffit.....

» L'empaillement est toujours très faible. Les fourrages manquent constamment et les bestiaux sont extrêmement rares.

» En 1865, les 128 hectares du Haut-Brizay étaient répartis de la manière suivante : Blé, 15 à 18 hectares. — Plantes sarclées, 2 à 5. — Avoine et orge, 2 à 3. — Pacages, 30 hectares. Prairies artificielles donnant 1500 à 2000 kil de foin sec à l'hectare, 10 hectares. — 20 à 30 hectares, jachère et friche.

» La fertilisation de cet assolement était fournie par 10 ou 12 vaches, 6 chevaux, 80 moutons, 5 ou 6 truies et porcs à l'engrais!

» La partie cultivable du sol, environ 108 hectares, en en défalquant les vignes, exigeait un minimum de 60 à 80 têtes de gros bétail; il y en avait l'équivalent de 20!

» Le problème à résoudre était celui-ci :

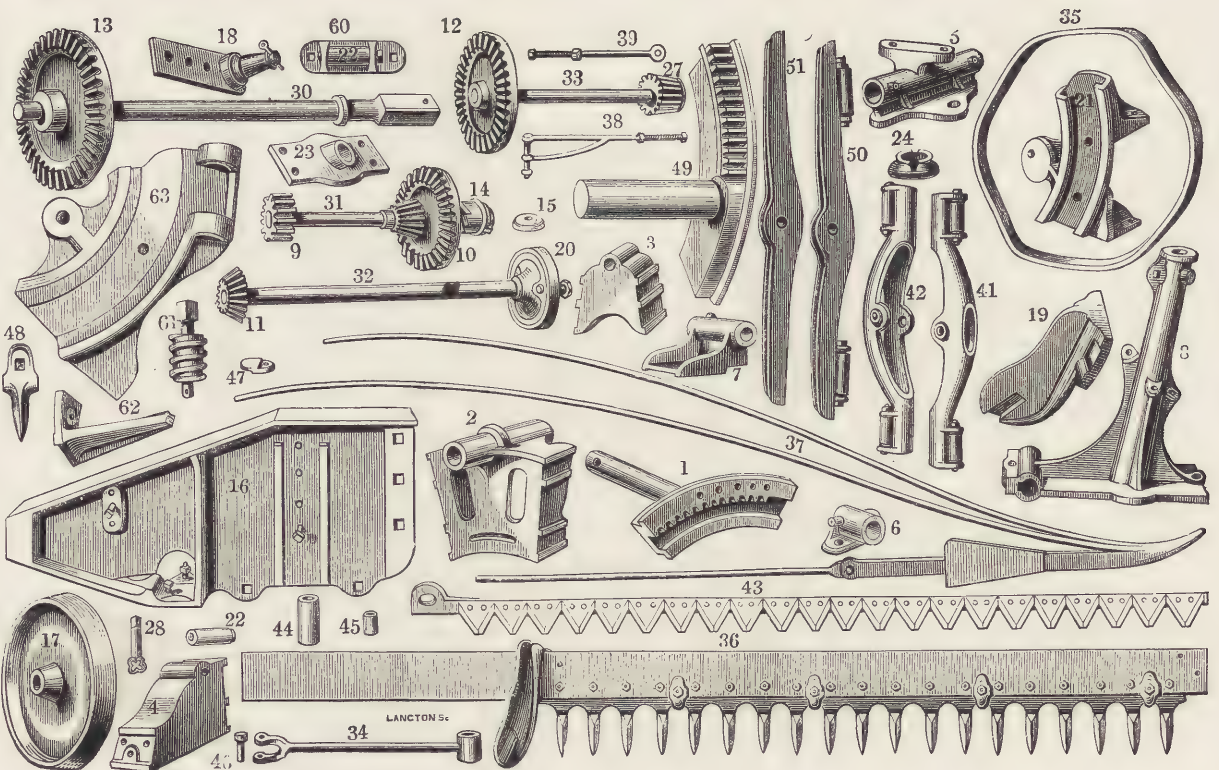
» Étant donné le sol, l'améliorer par les engrais actifs importés, de manière à produire paille, herbes et racines; acquérir le cheptel mort, créer le cheptel vif, pour arriver à produire des fumiers, à rétablir la fertilité foncière, afin de permettre le retour fructueux des sainfoins et, par conséquent, se procurer les litières, la nourriture nécessaire aux animaux de travail et au petit noyau d'animaux de rente à créer de suite.

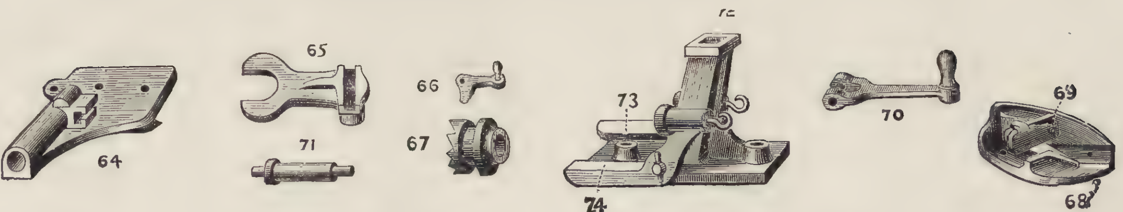
» Dès 1865, le troupeau fut porté à 250 animaux. Puis 10 chevaux, 20 vaches et autant de porcs.

» Quelles étaient donc les considérations qui devaient me préoccuper pour essayer un projet d'assolement?

» 1° Le climat sec et chaud. — 2° La composition uniforme du sol, l'unité du domaine. — 3° La rareté de l'eau. — 4° La connaissance des errements culturaux suivis de 1845 à 1865. — 5° La durée de mon bail. — 6° La latitude complète qu'il me laisse. — 7° L'amélioration du sol, ce qui était mon but princi-

## PIÈCES DE LA SAMUELSON ANCIENNE.






Grande roue.
1. Essieu de la grande roue 1867-68-69.
2. Support et entre-toise.
3. — du devant du timon.
4. — du derrière du timon.
5. — de l'arbre intermédiaire.
6. — du devant de la bielle.
7. — du derrière de la bielle.
8. Colonne des ailes.
9. Pignon droit.
10. Roue à cône double.
11. Pignon cône.
12. Roue cône.
13. Couronne.
14. Embrayage.
15. Rondelle de l'embrayage.
16. Sabot réparateur.
17. Roue du sabot.
18. Essieu de la roue du sabot.
19. Sabot du dedans.
21. Coulisse du support de la grande roue 1867-68-69.
22. Galet.
23. Support du bas de l'arbre des râteaux.
24. Chapeau de l'arbre.
27. Pignon de la couronne.
28. Pignon de la crémaillère 1867-68-69.
30. Arbre de la couronne.
31. — du premier mouvement.
32. — de la bielle.
33. — intermédiaire.
34. Bielle.
35. Guide-collier des javeleurs.
36. Barre ou porte-lame.
37. Séparateur.
38. Régulateur des râteaux.
39. — des rabatteurs.
41. Support des râteaux 1866-67-68-69.
42. — des rabatteurs 1866-67-68-69.
43. Lame.
44. Coussinet de l'arbre de la bielle.
45. — de la bielle.
46. Goupille de la lame
47. Guide de la lame.
48. Doigt.
49. Essieu modèle 1870.
50. Bras des râteaux 1870.
51. — des rabatteurs 1870.
60. Support du galet.
61. Vis sans fin de la crémaillère.
62. Coulisse de la goupille de la lame.
63. — du support de la grande roue 1870.
64. Support du débrayage 1872.
65. Fourchette 1872.
66. Déclic 1872.
67. Manchon 1872.
68. Sabot du dedans.
69. Coulisse de la goupille de la lame 1872.
70. Manivelle de la roue de côté 1872.
71. Arbre du ressort du débrayage 1872.
72. Support du siége.
73. Taquet du débrayage.
74. — de l'embrayage.

pal. — 8° La facilité de se procurer des engrais commerciaux. — 9° La possession d'un capital d'exploitation nécessaire, tant pour les premières acquisitions de foin, de paille et d'engrais, que pour solder les travaux courants. — 10° La main d'œuvre assez abondante. — 11° Les débouchés et transports faciles. Et enfin ce qu'avait appris le fermier entrant.

» De Morel Vindé avait posé il y a cinquante ans le problème suivant :

» Trouver pour remplacer la jachère une plante dont les pro-
» duits aient un emploi et un débit certains, et dont la culture
» exige, dans le cours de l'année, des binages et des sarclages. »

» La betterave en était la solution. — Elle devint, pour moi, l'ouverture de la rotation qu'elle devait partager avec les pommes de terre, les navets et les choux, absorbant ainsi, pour les plantes sarclées, la totalité des fumiers de l'année; première sole.

» La deuxième devait être occupée par une céréale de printemps peu épuisante, avoine ou orge. Ces plantes devaient trouver les meilleures conditions possibles de prospérité. Précédées par un labour d'hiver et par une seconde façon de charrue ou d'extirpateur quelques jours avant la semaille; de plus, végétant sur un sol nettoyé, aéré et enrichi l'année précédente, elles devaient trouver dans la couche arable un reliquat de fumure assez élevé pour donner des récoltes très-satisfaisantes.

» La troisième sole devait être entièrement occupée par la vesce d'hiver, ensemencée sur une addition d'azote, d'acide phosphorique et de potasse. Elle y réussit à merveille et me donna jusqu'à 6000 kil. de fourrage sec à l'hectare.

» La vesce, plante étouffante, supprimait les plantes adventives, venues à graine avec les céréales de la deuxième sole, soit en les faisant avorter, soit fauchées avec la vesce avant maturité de leurs graines. De plus, elle était enrichissante par le reliquat qu'elle laisse en terre, de principes utiles et par les éteules ou racines qu'elle abandonnait.

» En quatrième sole enfin, je plaçai mes céréales d'hiver qui devaient, à mon avis, prospérer pour les raisons suivantes :

» 1° Terre enrichie par les soles une et trois, nettoyée par les

travaux reçus par la sole une et par l'action étouffante de la sole trois, enfin enrichie encore par des apports d'engrais extrêmement actifs distribués, deux tiers à l'ensemencement, un tiers en couverture au printemps. Ces derniers ayant une solubilité immédiate.

» Puis encore, en dehors de cette rotation, une superficie égale à chacune des soles en prairies artificielles bonnes ou mauvaises.

» Tel fut le plan auquel je m'arrêtai et que j'avais mûri depuis 1865.

PREMIÈRE FORMULE.

Sole 1. — *Plantes sarclées.*

20 hectares : Betteraves.
Id. Pommes de terre.
Id. Choux.
Id. Navets, maïs.

Sole 2. — *Céréales de printemps.*

20 hectares : Avoine ou orge,
ou Blé hybride amélioré,
ou enfin Sarrasin.

Sole 3. — *Hivernages.*

20 hectares : Vesce d'hiver.
Id. Jarosse.
Id. Pois gris.

Sole 4. — *Céréales d'hiver.*

20 hectares : Blé de Saint-Laud.
Id. Blé hybride.
Id. Blé de Bergues.
Id. Blés divers.

*Hors rotation.*

20 hectares : Prairies artificielles.
Id. Sainfoin.
Id. Trèfle.
Id. Ray-grass.



MOISSONNE



AMUELSON ROYALE.

» Si le succès couronnait mes efforts, j'arriverais à la combinaison suivante :

DEUXIÈME FORMULE.

20 hectares : Plantes sarclées diverses.
Id. Céréales de printemps.
Id. Trèfle.
Id. Blé.
Id. Prairies artificielles hors rotation.

» Quatre ans après :

TROISIÈME FORMULE.

20 hectares : Plantes sarclées.
Id. Céréales d'hiver ou de printemps.
Id. Sainfoin.
Id. Céréales d'hiver.
Pour revenir enfin à la deuxième formule.

« La réussite certaine constatée des prairies artificielles vivaces devant transformer cet assolement quadriennal en une rotation de cinq, six ou sept ans, suivant la vigueur de végétation de celles-ci.

« Cette situation est la mienne aujourd'hui, car les sainfoins et les trèfles semés en 1870 et 1871 sont tellement vigoureux qu'ils me confirment une fois de plus l'amélioration foncière que j'ai constatée chimiquement dans le sol.

« Dès 1873 donc, mon assolement deviendra libre, limitant à mes besoins en paille la culture des céréales, et affectant le reste du sol à la production fourragère.

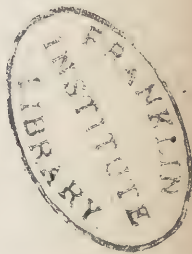
» En 1865, les blés rendaient 8 à 9 hectolitres à l'hectare; aujourd'hui ils rendent de 26 à 40, suivant les années, et ils versent.

» En 1865, les orges et avoines rendaient 15 à 20 hectolitres à l'hectare; aujourd'hui, 30 à 35 pour l'orge, 40 à 60 pour l'avoine, et elles versent.

» En 1865, les betteraves donnaient de 15 à 18 mille kilos; aujourd'hui j'obtiens de 40 à 50 mille kilos à l'hectare, et, si les

conditions politiques et sociales actuelles n'étaient pas venues changer la situation industrielle et financière de notre malheureux pays, je me trouvais dans la nécessité de monter une distillerie, encore plus comme moyen de préparer économiquement la nourriture des animaux, qu'en vue de la spéculation de l'alcool.

» *Préparation mécanique du sol. — Labours.* — Les charrues étaient presque inconnues en 1825 dans le pays. M. le général de Sparre importa les premières, qu'il avait reçues de M. de Dombasle. Elles étaient à avant-train et, eu égard au peu d'épaisseur de la couche arable et à la quantité innombrable de pierres qu'elle renfermait, la bonne marche de l'instrument était presque impossible à cause de la rigidité d'attaque du soc de la charrue, lequel, placé à un niveau constant par le régulalateur de l'avant-train, se trouvait souvent butter contre une pierre ou un caillou.




» L'avant-train fut alors abandonné, le corps de la charrue seulement conservé et monté en araire, de façon à ce que le laboureur pût, par son action variable sur les mancherons, éviter ou tourner les obstacles et suivre les inflexions et les variations d'épaisseur du sol.

» De 1845 à 1865, les métayers se servaient, autant qu'ils le pouvaient, de l'areau et le moins possible des charrues. Il en résultait que, malgré les façons nombreuses qu'ils donnaient au moyen de cet antique outil, la même couche de terre était seule en action; aucune aération du sol, qui n'était que souvent refendu à 0m10 de profondeur; le peu de fumier qu'il recevait n'était que très-imparfaitement enterré et les charrues, modèle n° 2 de Grignon, dont on se servait parfois, ne donnaient pas, il faut le reconnaître, de bons résultats.

» Le versoir était trop court, la bande de terre coupée par le soc n'était pas suffisamment renversée et restait souvent perpendiculaire.

» Les fumiers étaient donc mal enterrés et cet inconvénient était d'autant plus grave que les fumures étaient plus fortes et le fumier parfois peu décomposé.

» Je fis alors l'étude spéciale d'un versoir approprié au sol, je déterminai mathématiquement une surface héliçoïdale, dont la génératrice faisait un angle de 30° avec le plan horizontal et j'allongeai le versoir de 15 centimètres.

» Après quelques tâtonnements, quelques légères corrections, j'obtins le résultat que je visais, c'est-à-dire : plus grande légèreté de traction, renversement complet de la bande, et par conséquent enterrage intégral de la totalité de mes abondantes fumures.

» Deux chevaux de force moyenne suffisent pour leur traction, et lorsque, bien rarement, hélas! je puis aller à 25 ou 30 centimètres, je double l'attelage pour les labours de novembre à janvier (sole des plantes sarclées).

» Quant à leur profondeur, il me suffira de rappeler que j'ai dit plus haut que j'utilisais partout la totalité de la couche arable, soit de $0^{m}15$ à $0^{m}25$.

» Les labours sont faits en planches de 7 mètres de largeur, pour la première façon, de 14 pour la seconde, toujours perpendiculaire à la première.

» Règle générale pour les plantes sarclées.

» Les blés sont déchaumés à $0^{m}03$, après la récolte; les labours sont faits avant l'hiver, dès que les fumiers sont apportés au sol et à la profondeur maxima qu'il offre.

» Puis, après les froids, soit la herse chargée, soit l'extirpateur.

» Vers le 15 février, apport des engrais spéciaux ou additionnels.

» Deuxième façon de charrue perpendiculaire à la première.

» Herse. — Roulage avec le rouleau de 2,000 kilog. si la sécheresse y oblige.

» A la fin de mars, troisième façon, soit à la charrue, soit à l'extirpateur. (Depuis deux ans l'énergie des froids a tellement divisé le sol, que cette dernière façon a été inutile.)

» Puis enfin, dès les premiers jours d'avril, pour les betteraves, billonnage à $0^{m}80$ avec la butteuse, puis roulage au rouleau de 600 kilog. Ensemencement au semoir en ligne et dernier roulage.

» Souvent les deuxième et troisième façons sont données avec l'extirpateur, qui possède des socs de différentes formes, suivant le travail que je lui demande. Trois ou quatre chevaux le mènent, selon la profondeur des travaux. Cet utile instrument me procure toujours une économie de moitié sur le labour à la charrue. Il a, en outre, le très-grand avantage que, pendant les sécheresses de l'été, il me permet de travailler le sol, de le diviser sans brûler la terre, son travail étant souterrain. Et, quant au déchaumage des blés, il ne peut être opéré par aucun autre instrument.

» Puis les houes à cheval sarclent les interlignes. La butteuse relève la terre, et, si besoin est, une deuxième et troisième façon de houe à cheval est donnée.

» Sauf le billonnage initial pour les betteraves, les façons sont les mêmes pour les plantes de la rotation, pommes de terre, maïs en grain, maïs fourrage.

» Semis. — Tous faits au semoir Jacquet-Robillard, que j'ai modifié pour le rendre propre à remplir mon but, notamment pour le semis de betteraves, de raves et de maïs.

» Les pommes de terre sont semées sous raie à la dernière façon de charrue.

» Pour compléter les avantages du semoir Jacquet-Robillard, il me reste à dire que je sème :

| | | |
|---|---|---|
| Blé. . . . . . . . . . . . . . | 120 litres | à l'hectare. |
| Orge. . . . . . . . . . . . . . | 80 — | — |
| Avoine. . . . . . . . . . . . . | 120 — | — |
| Sainfoin. . . . . . . . . . . . | 120 — | — |
| Trèfle. . . . . . . . . . . . . | 10 — | — |
| Vesce et pois. . . . . . . . . | 130 — | — |
| Betteraves. . . . . . . . . . | 2 kilog. | — |
| Maïs fourrage. . . . . . . . | 100 litres | — |
| Maïs grain. . . . . . . . . . | 50 — | — |
| Navets. . . . . . . . . . . . | 1k5 | — |

Ce qui me procure, en dehors des avantages physiques inhérents à l'emploi du semoir en lignes, les économies suivantes,

comparativement aux quantités semées à la volée, comme il est d'usage dans toute la contrée :

| | |
|---|---|
| Pour le blé, 80 litres à l'hectare, soit pour 20 hectares, 16 hectolitres à 25 francs. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 400 fr. |
| Pour l'avoine, 100 litres à l'hectare, soit pour 10 à 12 hectares, 10 à 12 hectolitres à 10 fr. . . . . . . . . . . . . . . . . . | 110 |
| Pour l'orge, 50 litres à l'hectare; sur 10 à 12 hectares, 5 à 6 hectolitres à 12 fr. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 66 |
| Pour le sainfoin, 180 litres à l'hectare; sur 20 hectares, 36 hectolitres à 10 fr. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 360 |
| Pour la vesce, 40 litres à l'hectare; sur 8 à 10 hectares, 3 hectolitres à 30 fr. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 90 |
| Pour le maïs fourrage, 100 litres à l'hectare; sur 7 hectares, 7 hectolitres à 15 fr. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 105 |
| Pour le maïs grain, 30 litres à l'hectare; sur 4 hectares, 120 litres. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 18 |
| Pour la betterave, 5 kilogr. à l'hectare; sur 15 hectares. . . | 110 |
| | 1,259 fr. |

» Soit une économie moyenne et annuelle de 1000 à 1200 fr. dus à l'emploi de deux semoirs valant chacun 320 francs et qui sont en service sans réparations depuis 1865.

» Les betteraves, dans le pays, sont semées également en lignes, mais à la main, en paquets, et il y a toujours une consommation de graines considérable. Deux inconvénients s'ajoutent à celui-ci :

» 1° La difficulté du *démariage* des jeunes plants et l'ébranlement, souvent funeste, de ceux laissés en place.

» 2° Les insectes rencontrant une touffe de jeunes plants, la dévorent entièrement, tandis que, semées au semoir, les graines sont espacées, une par une, de 0,10 à 0,12, et si quelques plants sont coupés, il en reste toujours assez à choisir pour éviter de ressemer entièrement le champ, comme cela s'est présenté depuis trois ans pour les semis à la main.

» De plus, l'éclaircissage du plant, selon cette dernière méthode, est souvent en retard. Souvent aussi l'état de la terre s'y oppose, soit la pluie, soit une trop grande sécheresse; il en résulte toujours des conditions premières fâcheuses pour les jeunes plants.

» Pour les semis faits au semoir, cet inconvénient est supprimé presque entièrement, puisque les graines sont semées *une à une,* et que, ainsi, le nombre des jeunes plants est limité à celui que peut donner une seule graine.

### ESPÈCES CULTIVÉES.

» Après de nombreuses expériences comparatives sur les espèces végétales qui pouvaient s'accommoder le mieux des conditions physiques du climat, du sol et de ses éléments de richesse, je me suis arrêté aux espèces suivantes :

» *Première sole.* — Plantes sarclées : betteraves blanches, disette à collet vert hors terre; pommes de terre vieille jaune; topinambours améliorés; choux de Vendée; navets du Limousin; maïs jaune gros pour fourrage précoce; maïs caragua et dent de cheval pour fourrage tardif; citrouilles de Touraine.

» *Deuxième sole.* — Avoine de Sibérie; orge chevalier; blé hybride de printemps (création); sarrazin ordinaire.

» *Troisième sole.* — Vesce d'hiver; jarosse; pois gris de printemps; pois-perdrix mélangés avec un septième en poids de seigle ou d'avoine; seigle en vert.

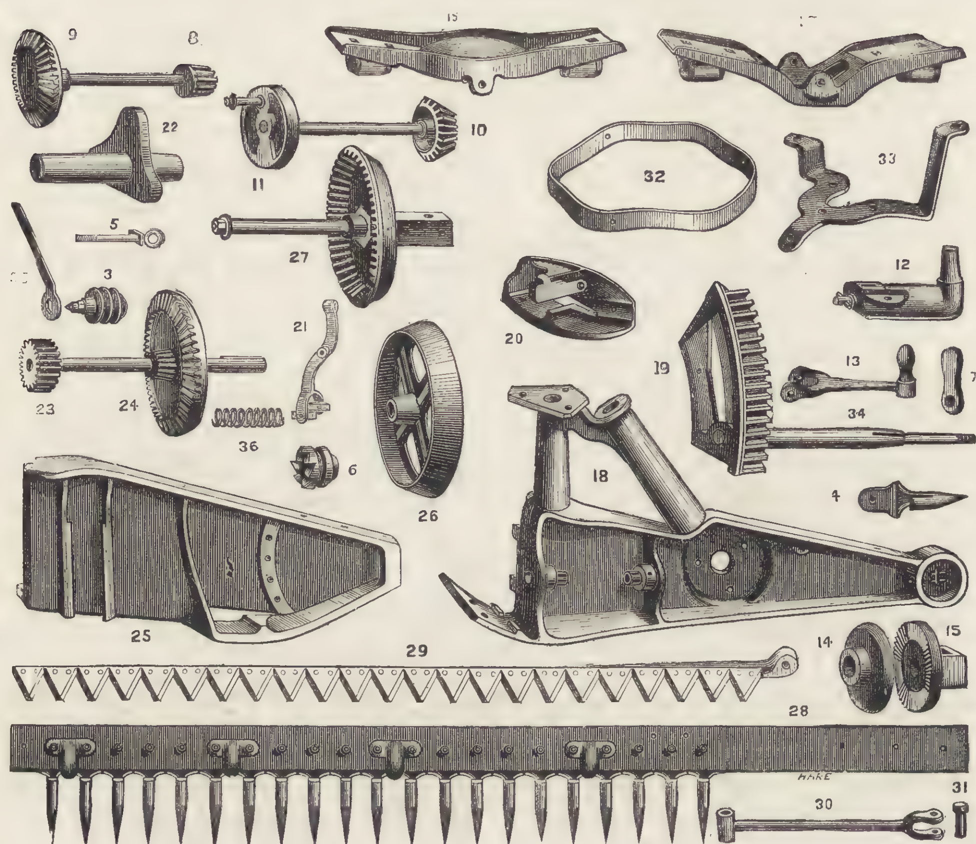
» *Quatrième sole.* — Blé blanc de Bergues; blé blanc chiddam à paille rouge; blé hybride amélioré; prairies artificielles vivaces; primitivement sainfoin ordinaire; actuellement sainfoin à deux coupes; trèfle violet; minette.

### PREMIÈRE SOLE. — *Culture des plantes sarclées.*

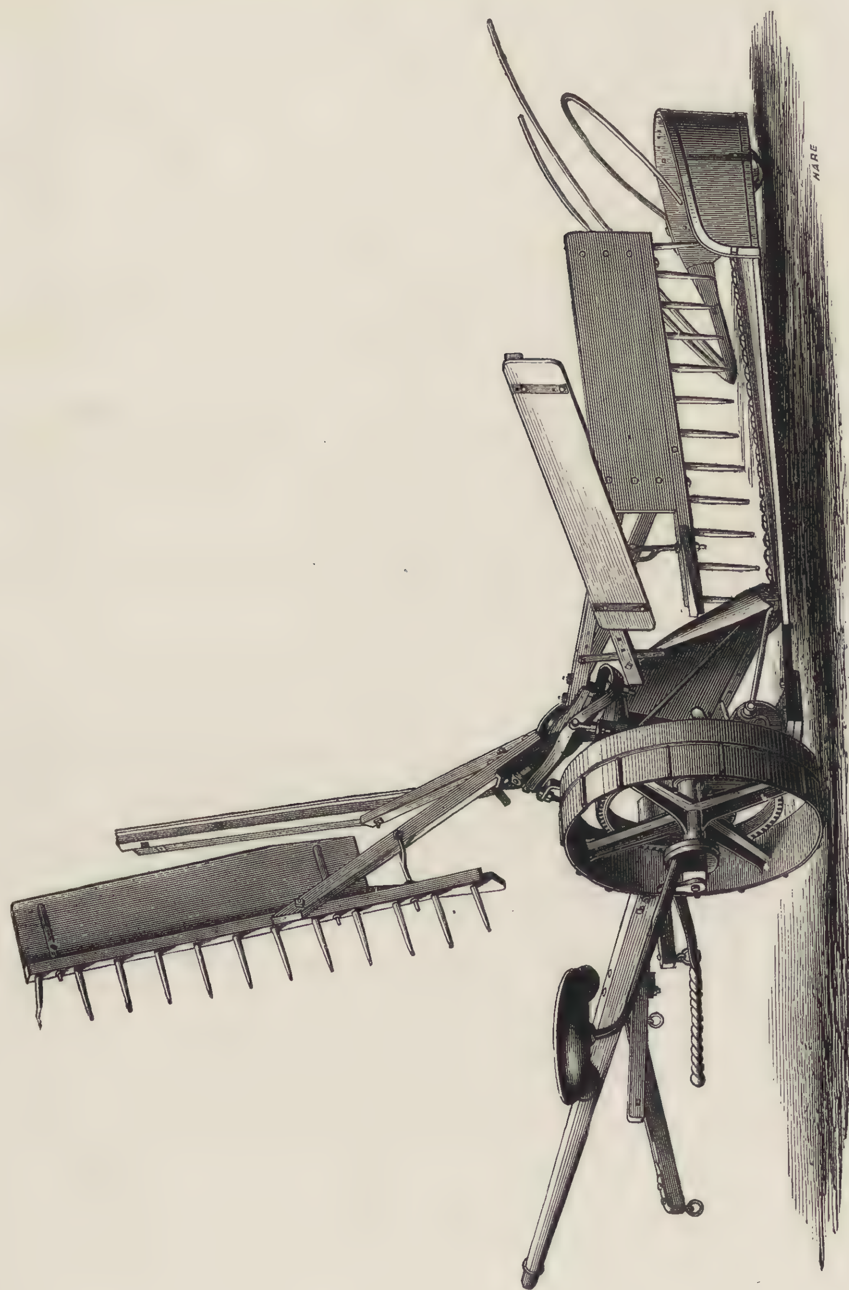
» Étant dosée la teneur en azote, en acide phosphorique et en potasse du sol, étant connue la quantité de fumure à y mettre et sa composition, je détermine les engrais à y apporter. Ils sont semés par le semoir Chambers, dont l'ouverture est fixée en fonction de la densité de l'engrais, de son état physique, de la quantité à répandre à l'hectare.

» Dès que les betteraves, semées à 80 centimètres d'écartement, du 15 au 20 avril, sont levées, la pièce reçoit une façon de houe

PIÈCES DE LA SAMUELSON ROYALE.




3. Vis sans fin.
4. Doigt.
5. Guide du levier de débrayage.
6. Manchon de débrayage.
7. Clef du support mobile du siége.
8. Pignon de la couronne.
9. Roue cône.
10. Pignon cône.
11. Volant de la bielle.
Goujon du volant de la bielle.
12. Essieu de la roue de côté.
13. Manivelle de la roue de côté.
14. Chapeau denté de l'essieu.
15. Support mobile du siége.
16. Bras des rabatteurs.
17. Bras des râteaux.
18. Bâti.
19. Crémaillère.
20. Sabot du dedans.
21. Fourchette de débrayage.
22. Support de l'arbre du premier mouvement.
23. Pignon pour premier mouvement.
24. Roue cône double.
25. Grand sabot réparateur.
26. Roue de côté.
27. Couronne.
28. Barre.
29. Lame.
30. Bielle.
31. Goupille de lame.
32. Guide du javeleur.
33. Support du guide du javeleur.
34. Essieu de la roue motrice.
35. Clef.
36. Ressort de débrayage.



MOISSONNEUSE SAMUELSON ROYALE.

à cheval qui laisse intacte la ligne des jeunes plants sur une largeur d'environ 10 centimètres.

» Derrière l'instrument, les femmes suppriment, en suivant cette ligne, tous les plants inutiles, de manière à ne conserver que ceux placés à 0,30 ou environ.

» Suivant les conditions atmosphériques, une deuxième façon de houe à cheval est donnée, réduisant, autant que faire se peut, la largeur de la ligne des plants.

» Puis un buttage énergique à toute la profondeur possible.

» Sarclage de la ligne, si besoin est.

» *Arrachage.* — Du 1er au 15 octobre, les betteraves sont écolletées, arrachées à la main, séchées sur le sol pendant un ou deux jours; chargées dans les tombereaux, menées aux silos en terre (3 mètres de large, 1 mètre de profondeur, 3 mètres de hauteur). — Tandis que les feuilles et les collets sont emmenés à un silo spécial où ils sont baignés dans un mélange (4° B.) d'acide chlorhydrique et d'eau, puis égouttés, tassés dans le silo et piétinés par un cheval trois fois par jour.

» Les silos de racines sont recouverts de 0,20 centimètres de terre battue à la pelle, longés par deux fosses et aérés par des cheminées verticales tous les cinq mètres.

» Le silo des feuilles et collets est recouvert de 0,30 de terre battue. Sans aérage.

» Il est ainsi abandonné jusqu'au 1er avril, époque à laquelle il est ouvert et mis en consommation.

» J'ai soumis cette année à ce mode de préparation 60,000 kilog. de feuilles et collets qui ont coûté de main-d'œuvre 165 francs, de récolte, chargement, charrois, mise en paniers, trempage, égouttage, ensilage; de plus, 150 francs d'acide chlorhydrique, ensemble : 315 francs.

» La perte, à l'ouverture du silo, a été de 53 0/0 du poids initial, il restait 28,200 kilogr. de fourrage sec coûtant 315 francs, soit, 0 fr. 89 les 100 kilogr.

» Cette ressource sera très-précieuse pour les premiers jours de printemps, et je compte à l'avenir préparer ainsi toutes les feuilles

et collets de betteraves, mais encore l'excédant du fourrage de maïs tardif que je me trouvais parfois obligé de faire passer en litière.

» Le rendement moyen des betteraves a été :

| | |
|---|---|
| En 1868, de 299,000 kilogr. pour 5 hectares, soit à l'hectare. | 59,800k |
| En 1868, de 106,000 kilogr. pour 5 hectares. soit à l'hectare. | 21,000 |
| En 1870[1], de 241,600 kilogr. pour 9 hectares, soit à l'hectare. | 26,730 |
| En 1871[1], de 394,800 kilogr. pour 8 hectares 1/2, soit par hectare. | 46,440 |

» Elles ont coûté respectivement, culture totale et ensilage :

| | | |
|---|---|---|
| En 1868. . . . . . . . . . . . | 8f | les 1,000 kilogr. |
| — 1869. . . . . . . . . . . . | 29f90c | Id. |
| — 1870. . . . . . . . . . . . | 18 61 | Id. |
| — 1871. . . . . . . . . . . . | 11 19 | Id. |

» Les frais de culture se répartissent de la manière suivante pour une moyenne de quatre ans :

| | |
|---|---|
| Préparation du sol, 0,50c, des fumiers et engrais spéciaux, façon d'entretien, frais fixes, à l'hectare : | de 4 à 600 francs. |
| Binages à la main et sarclages, à l'hectare : | de 15 à 20 — |
| Effeuillage, écolletage, chargement dans les tombereaux, mise en silos, à l'hectare : | de 25 à 30 — |
| Rentrage aux ateliers de préparation des aliments, rangement dans les bâtiments, à l'hectare : | de 10 à 15 — |

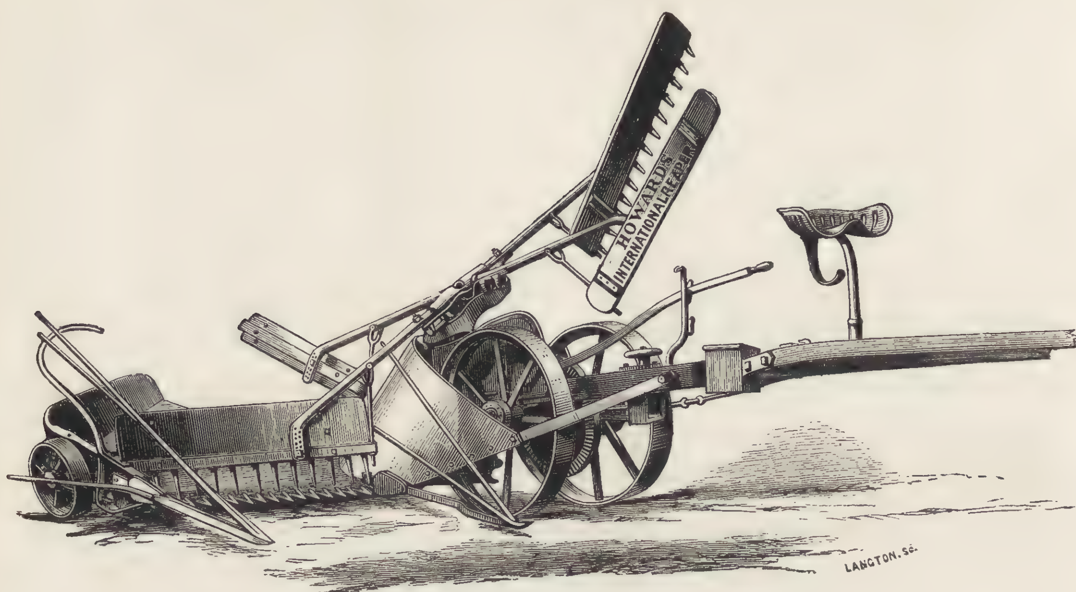
» La perte en poids des racines s'est élevée en moyenne à 8 0/0 pour la durée totale de l'ensilage.

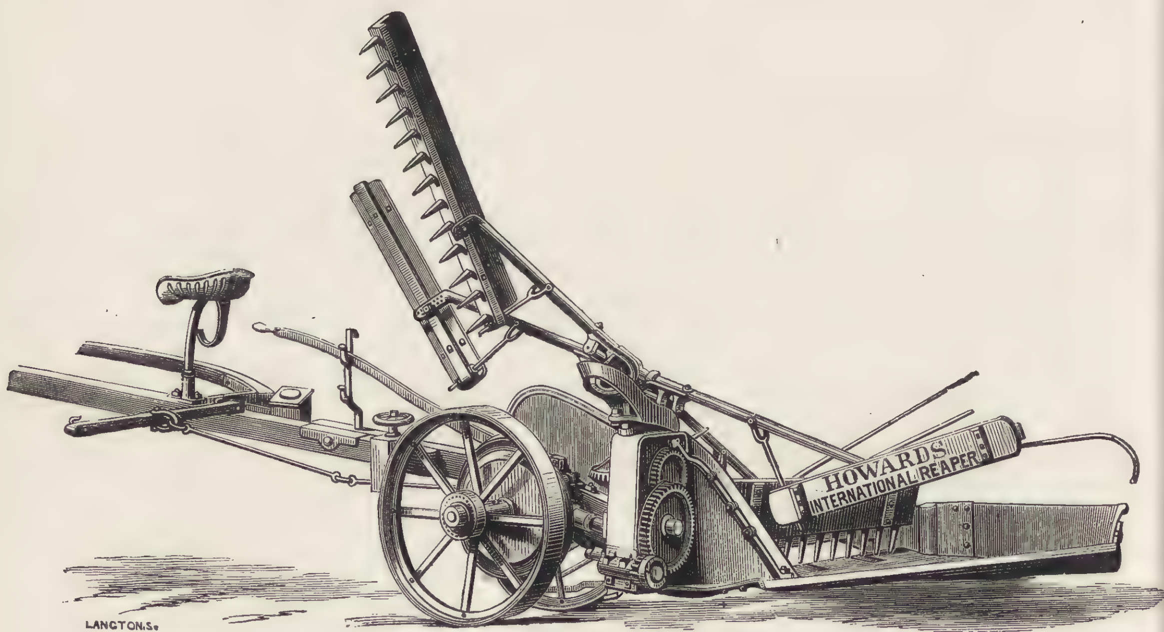
» Je ne sème que les betteraves dont j'ai moi-même surveillé la seconde année d'existence.

» Dès que les gelées ne sont plus à craindre, je mets en terre, richement fumée et additionnée d'acide phosphorique, de potasse et de chlorure de sodium, puisque le dosage de la graine de betterave est la solution suivante :

| | |
|---|---|
| Potasse. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,97 |
| Soude. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,84 |
| Magnésie. . . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 0,92 |
| Acide phosphorique. . . . . . . . . . . . . . | 0,76 |

[1] Sécheresse.




Moissonneuse Howard internationale.




MOISSONNEUSE HOWARD EUROPÉENNE.

» Ces betteraves, qui ont été choisies et marquées avant la récolte comme présentant les caractères les mieux conservés de l'espèce, forme cylindrique, le plus possible hors terre, sans bifurcation de racines, collet franc et élevé, sans bifurcations latérales basses.

» Elles sont bien recouvertes de terre, et dès qu'elles commencent à fournir leur tige maîtresse, celle-ci est étayée, prise et maintenue entre trois perches qui la défendent contre le vent.

» La maturité étant arrivée, le sol ayant été entretenu dans un état parfait de propreté, la graine est battue, passée au tarare et au trieur, lequel classe les graines par grosseur. J'élimine toutes les plus petites, qui sont placées à l'extrémité et au commencement de chaque branche, et ne sème que les graines les plus belles, c'est-à-dire celles venues sur la partie médiane des pousses.

» Au moyen de ces différents soins, et, après essai préalable de germination, je sème et suis ainsi certain d'obtenir de beaux sujets.

» *Pommes de terre.* — Les façons données au sol sont les mêmes que pour les betteraves. Semées du 1er au 15 mars à 0,80 d'écartement. Dès qu'elles sont levées, hersées en croix énergiquement.

» Puis labourées en les déchaussant avec la charrue vigneronne à un cheval.

» Enfin buttées et sarclées.

» Arrachage à maturité dès que les fanes sont desséchées et mises en cave.

» Depuis quatre ans cette récolte tend à devenir nulle; la sécheresse si grave qui nous a atteint en a non-seulement supprimé le rendement, mais elle a donné naissance, ou plutôt un développement considérable, à un fait botanique dont la première apparition remonte à une dixaine d'années.

» La récolte donne deux sortes de produits, qui, identiques à l'arrachage, se divisent dès la fin de février en deux espèces différentes. Les *mâles* donnent un germe de 7 à 8 millimètres de diamètre, les *femelles* produisent soit un germe filiforme de 1 millimètre de diamètre, soit de petites pommes de terre de 1 à 2 centimètres de diamètre, adhérentes au tubercule.

» Les mâles semés produisent; les femelles s'étiolent en donnant une fane presque nulle et *littéralement* AUCUN PRODUIT.

» De là donc, nécessité absolue de renoncer à la plantation précoce et d'attendre l'époque où le triage est possible.

» Depuis 1868, où la proportion des femelles n'était que de 13 0/0, j'ai constaté en 1869 (commencement de la sécheresse) 29 0/0. En 1870, 40 0/0. En 1871, près de 89 0/0 en femelles.

» Aussi ai-je supprimé complétement cette culture, en tant que consommation de la porcherie. J'en ai limité l'étendue à la consommation des gens de la ferme.

» Les frais de culture se sont élevés :

En 1868. — 470 hectolitres pour 6 hectares, soit 80 hectolitres à l'hectare.
Prix de revient : 3 fr. 49 c. l'hectare.
En 1869. — 515 hectolitres sur 6 hectares, soit 86 hectolitres à l'hectare.
Prix de revient : 5 fr. 59 c.
En 1870. — 150 hectolitres pour 3 hectares, soit 50 hectolitres à l'hectare.
En 1871. — 30 hectolitres sur 2 hectares, soit 15 hectolitres à l'hectare.
Prix de revient : 16 fr. 65 l'hectolitre.

» *Maïs.* — Même préparation du sol que pour les betteraves et les pommes de terre.

» Semis sur billons roulés, du maïs jaune pour grain, du 10 au 20 avril; pour fourrage hâtif, du 1er au 10. — Semis échelonné de maïs caragua et du maïs dent de cheval du 15 mai au 15 juin.

» Binage, buttage, sarclage.

» Prix moyen de revient du fourrage vert : 1 fr. les 100 kilos.

» Prix moyen du grain : 8 à 9 fr. l'hectolitre.

» *Navets.* — Mêmes façons. Emploi des fumiers produits de mars à juillet et partagés avec le maïs. Semés sur billons, au semoir spécial, roulés, ayant reçu une addition de poudre d'os et de purin. — Dès la levée, dès qu'ils ont quatre feuilles, hersage en croix, houe à cheval, butteuse.

» Consommés soit sur place par les moutons, soit arrachés, mis en tas dehors et couverts de paille.

» Depuis 1868 la récolte a été nulle à cause de la sécheresse.



JOHNSTON VUE DE FACE.



JOHNSTON VUE DE DERRIÈRE,

DEUXIÈME SOLE. — *Blé hybride, Orge, avoine.*

» Dès que les plantes sarclées sont enlevées et que le temps le permet, dès les ensemencements de blé terminés, cette sole est labourée; hersée après l'hiver; roulée au rouleau de 2,000 kilog. si besoin est.

» Dès que la terre s'est ressuyée, elle reçoit une ou deux façons d'extirpateur.

» Herse pour ensemencement au semoir et roulage au rouleau de 600 kilogr.

» La moisson se fait à la moissonneuse et le battage à la vapeur.

» J'ai pu obtenir, par sélection, une variété de blé hybride, originaire du blé Galland, fort intéressante, en ce sens que je l'ai habitué à venir indifféremment, soit comme blé de printemps, soit comme blé d'hiver.

» Dans les années où le printemps n'est pas sec et où l'été n'est pas torride, j'ai obtenu un rendement en grain presque équivalent au produit du blé d'hiver. La paille seulement est en bien moindre quantité. Ce blé, ainsi amélioré, donne une farine beaucoup plus égale que celle du blé d'hiver; elle fournit une pâte plus longue, et c'est de cette farine qu'est fait le pain de la ferme.

» Les analyses nombreuses que j'en ai faites m'ont toujours donné une proportion en gluten égale, à un dixième près, à celle renfermée par les blés ordinaires.

» Le rendement de cette variété est élevé de 15 à 20 hectolitres. — Et le prix de revient de 10 fr. 80 à 15 fr. 40.

» *Avoine et Orge.* — Après avoir essayé comparativement les différentes espèces de ces deux céréales, je me suis arrêté à l'avoine de Sibérie et à l'orge Chevalier.

» Les rendements ont été les suivants :

» Pour l'avoine de Sibérie.

1868. — 5 hectares ont produit 165 hectolitres, soit 33 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 7 fr. 20 c. l'hectolitre.

1869. — 6 hectares ont produit 210 hectolitres, soit 35 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 5 fr. l'hectolitre.
1870. — 7 hectares ont produit 112 hectolitres, soit 16 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 20 fr. l'hectolitre.
1871. — 10 hectares ont produit 215 hectolitres, soit 22 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 8 fr. 66 c. l'hectolitre.

» Pour l'orge Chevalier.

1868. — 4 hectares ont produit 87 hectolitres, soit 22 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 14 fr. l'hectolitre.
1869. — 7 hectares ont produit 225 hectolitres, soit 33 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 8 fr. 95 c. l'hectolitre.
1870. — 7 hectares ont produit 114 hectolitres, soit 17 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 20 fr. l'hectolitre.
1871. — 14 hectares ont produit 499 hectolitres, soit 36 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 7 fr. 05 c. l'hectolitre.

» Pour le blé hybride de printemps.

1870. — 1 hectare a produit 14 hectolitres. Prix de revient : 15 fr. 50 c. l'hectolitre.
1871. — 3 hectares ont produit 54 hectolitres, soit 18 hectolitres à l'hectare. Prix de revient : 12 fr. 67 l'hectolitre.

Les semences de cette sole sont passées au sulfate de cuivre (1 kilogr. dans 5 litres d'eau pour 200 kilogr. de grain).

TROISIÈME SOLE. — *Vesce d'hiver, Jarosse.*

» La deuxième sole ayant été déchaumée aussitôt pacagée par les moutons, elle reçoit un seul labour, sur lequel la vesce est semée, en même temps que les engrais, s'il y a lieu d'en ajouter, et recouverte à la herse puis roulée. Plâtrées au printemps, vers mars, par un temps calme et pluvieux après un nouveau roulage; puis enfin fauchée, soit une partie en vert pour la nourriture des vaches, porcs et agneaux, soit convertie en foin sec pour la consommation de l'année.

» La Jarosse ou pois gris d'hiver, est, comme la vesce, mélangée à 1/7 en poids de seigle. Elle sert spécialement aux porcs, rarement aux vaches, jamais aux chevaux.

» De même pour les pois perdrix.

» Le rendement de la vesce d'hiver a été le suivant :

1868. — 350 quintaux métriques sur 14 hectares, soit 2,500 kilogr. à l'hectare. Prix de revient : 4 fr. les 100 kilogr.

1869. — 989 quintaux métriques sur 16 hectares, soit 6,200 kilogr. à l'hectare. Prix de revient : 1 fr. 25 c. les 100 kilogr.

1870. — 1,273 quintaux métriques sur 22 hectares, soit 5,600 kilogr. à l'hectare. Prix de revient : 2 fr. 18 c. les 100 kilogr.

1871. — Récolte entièrement gelée ; frais de culture imputés aux céréales de printemps, qui l'ont remplacée.

» *Sainfoins et Trèfle.* — Ces graines sont semées dans les céréales de printemps avec le semoir en lignes.

» L'épierrage en est fait pendant l'hiver suivant. On fauche au moment où les plantes passent fleur.

» Le seul prix de revient établi a été celui de 1871 ; malgré la sécheresse, le fourrage produit n'est revenu qu'à 2 fr. 10 c. les 100 kilos.

» La seconde coupe de sainfoin et de trèfle est ou fauchée ou pacagée par les bêtes à cornes et une partie est réservée pour en récolter la graine.

» La faucheuse met le fourrage en andains. Lorsque la dessiccation partielle du dessus est obtenue, on relève les andains de manière à leur faire garder la position la plus verticale possible afin de faciliter le passage de l'air et de la chaleur.

» La dessiccation étant en partie achevée, le fourrage est mis en meulons d'environ 2 à 3 quintaux métriques et on le laisse sous cette forme jusqu'à ce que la fermentation soit passée. Puis enfin le fourrage est pesé, rentré dans les fenils, légèrement salé et bottelé au fur et à mesure des besoins.

QUATRIÈME SOLE. — *Blé après vesce.*

» La vesce étant enlevée, le sol est immédiatement labouré. Derrière les charrettes qui rentrent les fourrages, marchent les charrues ; la terre ne reçoit plus alors qu'une façon de scarificateur et de herse pour recouvrir et mélanger les engrais additionnels avant d'être ensemencée du 10 octobre à la Toussaint.

» Si l'état de la terre le permet, je fais rouler derrière le semoir.

» En 1870 la sécheresse avait été telle, que le rouleau de 2000 kil. fut passé deux fois sur la sole avant d'ensemencer pour écraser les mottes.

» Quand, après l'hiver, le sol est sain, on herse avec les herses fines d'acier, puis, dans le courant de mars, je viens en aide aux portions faibles ou chétives, par une addition soit de sulfate d'ammoniaque, soit d'acide phosphorique cristallisé, mélangé avec un poids déterminé de terre sableuse, de manière à ne mettre que la quantité voulue. — Je suis forcé de disséminer ainsi, parmi des matières inertes, le volume et le poids des agents actifs choisis pour cette circonstance, parce que le semoir Chambers ne peut pas semer au-dessous de 100 kilos à l'hectare dès que la densité des engrais atteint 0,80.

» Si un sarclage des blés est nécessaire, je le fais faire; mais cela ne m'est arrivé qu'en 1871, les plantes adventives ayant trouvé l'espace libre laissé par le blé que le froid avait supprimé.

» Ces sarclages reviennent à peu près de 4 à 5 fr. à l'hectare.

La moisson se fait au Brizay depuis 1867 avec une machine Morgan au prix moyen de deux francs soixante-sept par hectare; il est vrai que les terres, faites en larges planches et parfaitement roulées, permettent de faire mouvoir la moissonneuse presque circulairement, de manière à éviter toute perte de temps.

Le roulage énergique qui assure leur applanissement en enfonçant les cailloux ronds, ne laisse guère à la surface que des pierres plates que franchit facilement la moissonneuse si on ne veut pas raser le sol de trop près. On évite ainsi les chocs pouvant occasionner les ruptures et les déformations, et par conséquent les temps d'arrêt.

Mais il ne faut pas croire que ce prix de 2 fr. 67 c., obtenu par ces précautions et grâce aux soins du personnel, puisse être atteint dans toutes les exploitations agricoles. M. Goussard compte ses chevaux à un taux très-faible, parce qu'à cette époque, dit-il, « ils ne feraient pas autre chose ». Suivant nous, on doit les compter au moins trois francs par jour.

Pour pouvoir moissonner cinq hectares il faut :

| | |
|---|---|
| 2 paires de chevaux. . . . . . . . . . . | 12 francs. |
| 2 hommes, nourriture comprise. . . . | 8 — |
| Amortissement et usure de la machine. | 5 — |
| Total. . . . . . . . . . . . . | 25 francs. |

L'hectare reviendrait alors au plus haut à cinq francs; il y a là bien loin des 50 et même 55 francs l'hectare que les cultivateurs des environs de Grignon ont payé cette année aux tâcherons pour moissonner un hectare.

Pendant que la moissonneuse fonctionne, le personnel de la ferme, qui aurait été occupé à faucher ou à relever derrière des faucheurs étrangers, peut lier et mettre en moyettes.

Frappé de tels avantages, le président du Comice de Chinon, qui a le don et la préoccupation de l'apostolat, n'a cessé depuis six ans d'exposer sa machine aux réunions du Comice, d'en démontrer les avantages à tous ses voisins, de parler et d'écrire sur ce sujet toutes les fois que l'occasion s'en est présentée.

Eh bien, autour du Brizay comme autour de Grignon, aucun cultivateur ne s'est décidé à se servir d'une moissonneuse. Un seul cependant, après avoir acquis une Morgan, s'est arrêté au premier accident et l'a déposée dans sa grange où elle est encore.

Nous-même, ce n'est qu'en 1872 que nous avons acheté une Hornsby, vieux modèle lourd et encombrant, mais dont, malgré ses inconvénients, nous nous déclarons parfaitement satisfait.

Sans se laisser décourager par cette inertie et persuadé de l'utilité grande de propager l'emploi des moissonneuses et des faucheuses, M. Goussard de Mayolles conçut l'idée bien hardie de faire fonctionner sous les yeux des agriculteurs ses voisins, un spécimen des meilleures machines de tous pays, travaillant non pas pendant quelques heures sur des terres préparées avec soin, mais bien pendant dix jours sur des champs choisis au contraire pour présenter les plus grandes difficultés possibles. Ce concours a eu lieu cette année.

Le concours international d'instruments destinés à faciliter

la récolte de céréales et des fourrages, auquel le Comice de Chinon avait osé convoquer les constructeurs des deux mondes, vient de donner un exemple bien frappant du mouvement utile que peut créer une idée juste, opportunément présentée.

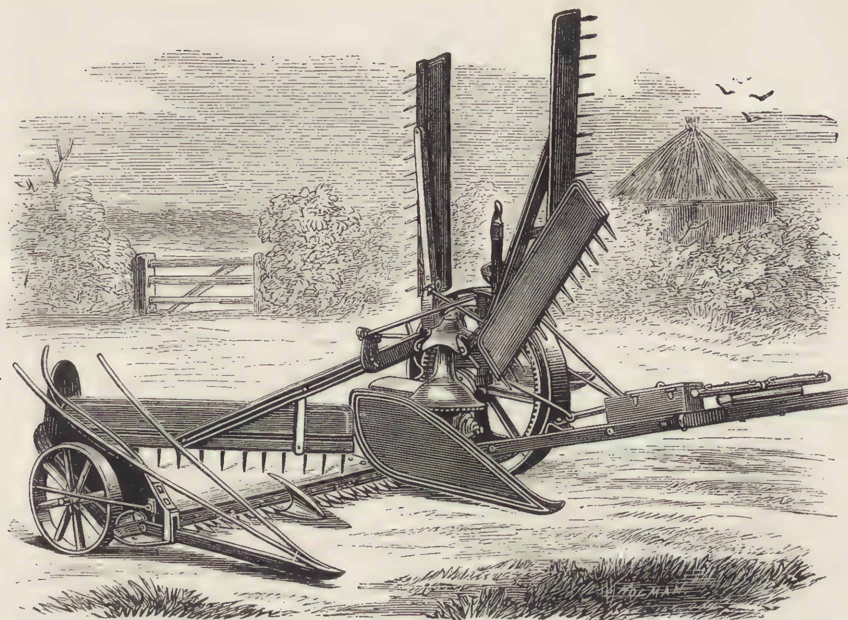
Tout semblait devoir s'opposer à la réussite de cette combinaison hardie. En effet, le département d'Indre-et-Loire est teinté d'un noir bien foncé sur la carte de l'ignorance nationale; et l'Ile-Bouchard, lieu du concours, charmante ville sur le bord de la Vienne, centre d'une région active et laborieuse, semble à jamais déshéritée de toute voie rapide. Le haut prix du péage du pont suspendu paralyse le commerce local, et les marchés sont les moins fréquentés de l'arrondissement.

Le Comice de Chinon, qui devrait être si riche, si les grandes et nombreuses fortunes de l'arrondissement comprenaient l'influence saine et moralisatrice de cette utile et modeste institution, est pauvre, très-pauvre. — Il ne pouvait donc offrir aucun prix convenable aux concurrents habitués aux brillantes récompenses des concours régionaux.

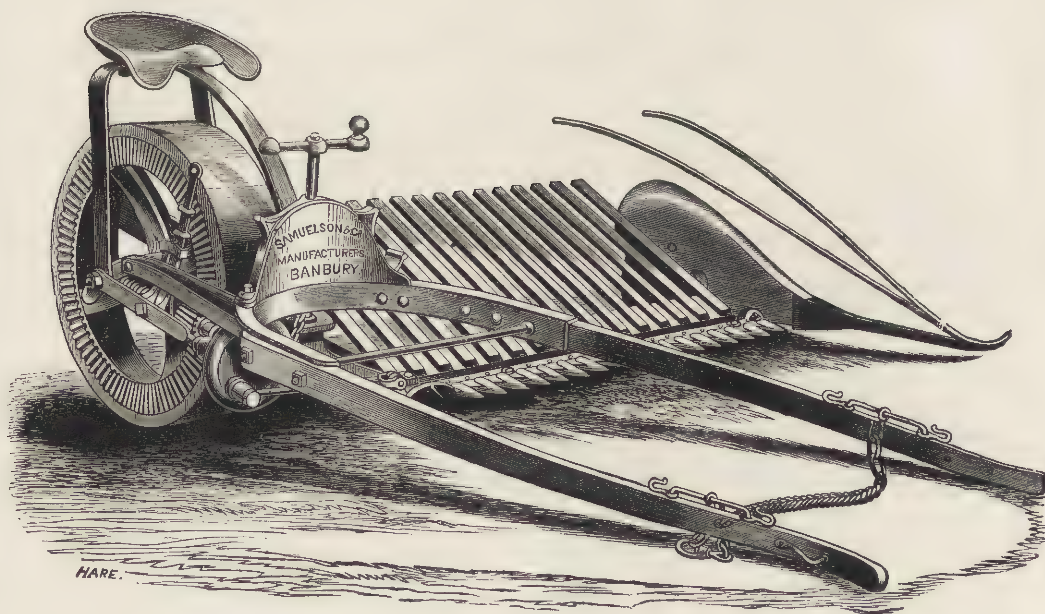
Et cependant le concours a été très-beau. —Les constructeurs sont venus de bien loin, et à leurs propres frais, amener leurs machines, leur personnel, quelques-uns même leurs chevaux, et ils sont restés à l'Ile-Bouchard du 24 juillet au 3 août, travaillant tous les jours par ces chaleurs africaines dans les terrains les plus variés, depuis les champs si bien roulés du Brizay jusqu'aux rugueuses plaines du Ruchard d'Avon.

Ce fut la sévérité même du programme qui décida les constructeurs à venir. Grâce aux démarches de M. Goussard de Mayolles, président du Comice de Chinon, le ministre de l'agriculture avait donné 1,000 francs de subvention; le ministre de la guerre autorisa les attelages d'artillerie travaillant au camp à se mettre à la disposition du Comice. La commission du chemin de fer d'Orléans accordait une réduction de tarifs, et la Compagnie des ponts de l'Ile-Bouchard la franchise complète.

Bien que légères aux donateurs, ces faveurs furent précieuses et, réunies à la bonne volonté de tous, permirent de triompher de difficultés qui semblaient inabordables.

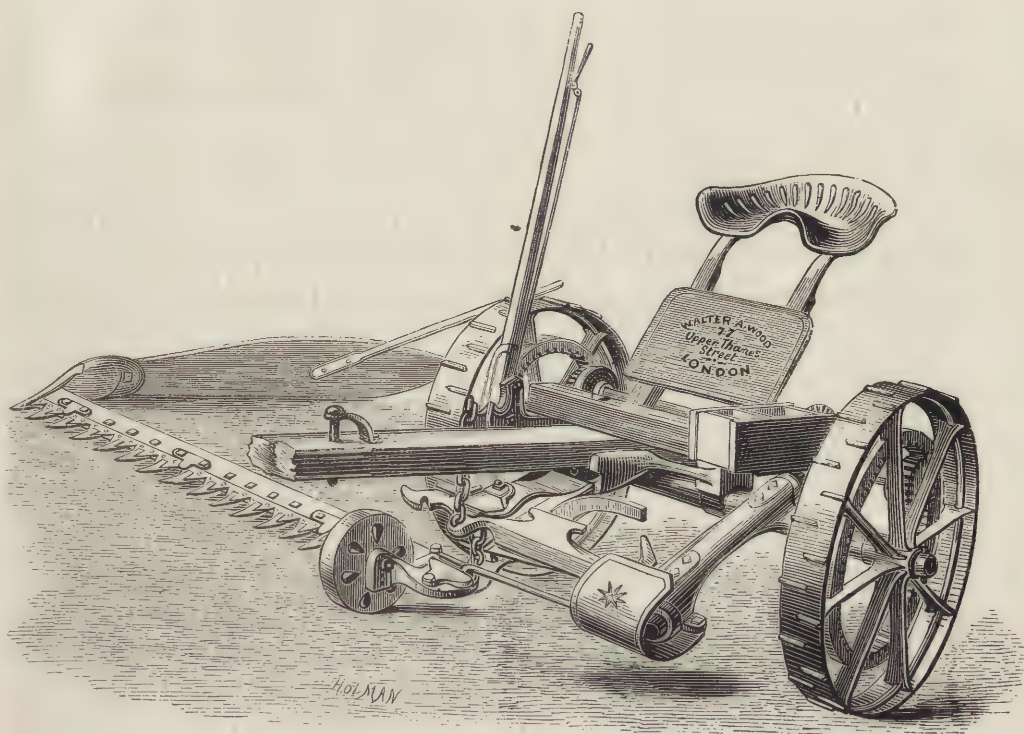


Moissonneuse New-Champion de Walter A. Wood.




Moissonneuse éclipse de Samuelson.

Le 24 juillet 1873, les jurés de la deuxième section, chargés d'examiner les machines au point de vue des détails de leur construction, de la qualité des métaux employés et de la bonne exécution du travail, trouvèrent réunies dans l'île les machines suivantes : la moissonneuse *Burdyck,* présentée par M. Weaver; la *Johnston,* présentée par MM. Decker et Mot; la *New-Champion,* de




Faucheuse Walter A. Wood.

M. Walter A. Wood, toutes machines conçues et construites en Amérique; la *Morgan,* à deux exemplaires, exposée par M. Durand, de Lignières; la *Samuelson* ancienne et la *Samuelson royale,* machines de conception américaine et de construction anglaise, exposées par M. Pilter, qui a tant fait pour l'importation en France de ces utiles instruments.

Les faucheuses étaient : la *Wood*, la *Sprague*, la *Samuelson;*

chacune d'elles présentait également un appareil moissonneur plus ou moins bien approprié.

La commission constata : 1° que la qualité de tous les métaux employés était remarquablement bonne, et que le travail de la fonte, du fer et de l'acier, ne laissait rien à désirer.

En général, la fonte, le fer forgé, l'acier fondu, étaient employés judicieusement. — C'est-à-dire que les parties devant rester inflexibles et supporter un frottement, roues d'engrenages et pignons, étaient en fonte ordinaire; que les dents protectrices, qui peuvent se fausser et ont besoin d'être redressées instantanément sur le champ de travail, étaient en fonte malléable.

Le fer forgé et l'acier fondu sont réservés à toute pièce qui doit résister aux efforts de pression, de flexion ou de traction. Ainsi la barre qui porte les dents protectrices et qui sert d'armature au tablier est en fer forgé; il en est de même des tirants qui la maintiennent.

En effet, cette pièce, réunie à angle droit avec le bâtis principal portant le moteur, est soumise, pendant tout le temps du travail, à la résistance du blé ou des fourrages, tendant à ouvrir l'angle droit qu'elle fait avec l'axe de translation en avant.

La solidité du sommet de cet angle doit préoccuper surtout les constructeurs; c'est là un point de rupture désigné sur lequel ils doivent porter toute leur attention. La fonte, si habilement travaillée qu'elle soit, malgré les nervures qui la renforcent, est une matière trop fragile pour que les chocs violents auxquels ce point est exposé n'exigent pas impérieusement l'emploi du fer forgé.

La commission trouva également que le métal anti-friction, si bien coulé qu'il soit dans la fonte pour servir de coussinet, devrait être le plus souvent remplacé par du bronze de la meilleure qualité possible, surtout pour les faucheuses, dont le mouvement est si rapide et dont l'usure est si prompte.

Les dents des scies-faucheuses présentent cette particularité que l'acier, laissé doux au centre de la dent, n'est trempé que que sur les bords coupants; ce qui permet de redresser une dent faussée légèrement.

Nous engageons les constructeurs à ne pas chercher le bon

marché et la légèreté de leurs machines par une trop grande habileté à utiliser la fonte. La première qualité d'une machine agricole est la solidité; nous sommes convaincu que les agriculteurs payeraient volontiers quelques centaines de francs de plus une machine dont on leur garantirait la résistance.

Nous n'hésitons pas non plus à blâmer la tendance des constructeurs, américains surtout, à faire d'un seul morceau des pièces trop étendues et trop compliquées; dans toute machine agricole, il faut prévoir la rupture, même en dehors du travail; il est donc nécessaire que le raccommodage puisse être prompt et peu coûteux.

Avec la construction actuelle des moissonneuses et des faucheuses, dont, à l'exception de la *Sprague,* toutes ont leur point de départ dans une grande roue à nombreuses dents intérieures transmettant la force à un pignon, si l'une des dents de la roue vient à casser, il faut refondre une roue entière. Cet inconvénient serait évité si cette roue était divisée en segments maintenus par une frette en fer forgé.

Il est également indispensable que toutes les pièces d'une machine agricole puissent à la rigueur être fondues à bon compte, et par la fonderie la plus voisine, sans qu'il soit indispensable de faire venir la pièce de chez le fabricant lui-même; en effet, ce fabricant peut mourir, faire de mauvaises affaires, cesser de produire, et alors, pour une seule pièce brisée, le cultivateur peut voir, en pleine récolte et pour toujours, devenir inerte la machine pour l'acquisition de laquelle il aura fait un sacrifice relativement élevé.

La commission appelle l'attention des constructeurs sur la nature des bois employés par eux : les timons doivent être solides et élastiques. Car la rupture d'un timon met aussi bien une machine hors de combat que la rupture d'une pièce de métal.

En résumé, sans pouvoir encore donner la sécurité absolue que désire le cultivateur, telles qu'elles sont, les machines fabriquées aujourd'hui ont, cependant, une solidité relative très-suffisante.

Lorsque la commission eut terminé ses études, les chevaux

d'artillerie furent attelés aux machines, et le défilé commença sur un pont suspendu dont le tablier de bois, trop étroit pour la voie des moissonneuses, força de mettre une roue sur le trottoir. Elles traversèrent ensuite la longue rue de l'île Bouchard, pour prendre la route du Brizay.

Cette première épreuve se passa sans encombre, et il fut reconnu que les moissonneuses concurrentes étaient d'un transport et d'un déplacement sinon faciles, au moins possibles, sans avoir besoin d'être démontées. — Ce point était des plus importants à constater. — Sans être partout coupé de chemins creux encaissés comme dans la Normandie, le Maine et la Bretagne, le Chinonais n'a cependant pas une viabilité aussi favorable aux charrois que dans les plaines du Nord, et pour conduire la moissonneuse de la ferme aux champs, puis d'une ferme dans une autre, il ne fallait pas être forcé de démonter sans cesse les machines, — opération très-simple pour les constructeurs dans un atelier, mais toujours difficile en plein champ pour des hommes peu habitués aux manipulations mécaniques, et dont le moindre inconvénient est d'exposer à perdre des boulons, des écrous, ou tout au moins à fausser les filets des pas de vis.

Jusqu'à ce qu'on ait fait des chemins et préparé des champs et des surfaces planes pour le fonctionnement des moissonneuses et des faucheuses, nous devons demander aux constructeurs des machines résistant à nos chemins et à nos champs, quand bien même cette exigence de solidité entraînerait une augmentation de prix.

Telle fut surtout la pensée qui présida à l'établissement du programme, à la longue durée des épreuves, au choix des terrains dans la seconde série des travaux.

Les machines arrivèrent sans accident à la ferme expérimentale du Brizay, où M. Goussard de Mayolles avait fait arpenter des surfaces égales séparées par des passées faites à la faux, et dont les gerbes avaient été enlevées.

Chaque machine tira au sort un numéro d'ordre, numéro qu'elle conserva pendant toute la durée du concours.

La *Burdyck*, la *New-Champion*, la *Morgan*, la *Samuelson* ancienne, la *Samuelson royale* et la *Johnston* devaient seules prendre part aux expériences du 25, comme moissonneuses à deux chevaux, faisant la javelle. — La *Merveilleuse* avait égaré ses roues dans son long voyage, pour venir d'abord en France, puis à l'île Bouchard.

Ces moissonneuses sont les dernières créées, elles portent les derniers perfectionnements cherchés; mais avant d'énoncer ces perfectionnements, ne serait-il pas bon, pour les cultivateurs qui n'ont jamais vu de moissonneuses, ou qui ne les ont vues qu'immobiles dans les expositions des concours régionaux, de décrire sommairement ce que c'est qu'une moissonneuse et quelles en sont les pièces constitutives?

Une moissonneuse est une machine mue par chevaux, qui doit séparer du sol les tiges des céréales, les ranger parallèlement en paquets appelés javelles, et les déposer doucement sur le champ à une assez grande distance, pour que l'attelage et la machine aient leur passage absolument libre au tour suivant.

La première pièce constitutive de toute moissonneuse est une lame coupante; la seconde est un volant faisant légèrement fléchir la tête du blé vers la lame, jouant le rôle de la main gauche dans le métivage à la faucille.

La troisième est un tablier placé à l'arrière de la lame coupante et recevant la récolte que les bras du volant rangent parallèlement sur le tablier, jusqu'au moment où le râteau prend le blé déposé sur le tablier et le jette sur la terre hors de la piste de la machine.

Les différentes pièces reliées ensemble de diverses manières, suivant les constructeurs, prennent toutes leur mouvement sur l'arbre de couche formé par l'axe d'un pignon s'engrenant sur une roue dentée par le bord interne; la roue dentée est concentrique et adhérente à l'intérieur de la roue large et pesante sur laquelle repose tout le poids de l'appareil.

Cette roue, s'appuyant sur le sol et roulant autour de son axe, constitue le moteur, auquel ne peut être appliquée qu'une résistance inférieure à la traction, sous peine de rupture. Il

faut donc que les différentes décompositions de force, résistance du blé à la section, poids des râteaux et palettes, frottements divers et autres éléments d'efforts, soient moindres que la force déterminée par le tirage des chevaux. Et pour que les attelages ne soient pas surmenés, il importe que ces résistances soient notablement inférieures à la puissance qui détermine la translation en avant. La lame coupante, les palettes, les râteaux ont subi depuis l'origine des moissonneuses plusieurs transformations.

D'après Pline, les anciens Romains, et d'après Palladius, les anciens Gaulois, avaient fait déjà de nombreux essais pour opérer mécaniquement la récolte des céréales. La description de Palladius indiquerait une sorte de tombereau ou de vagonnet léger à deux roues pleines, et qu'un bœuf, attelé à l'arrière, aurait poussé vers le blé. Le bord antérieur du tombereau aurait porté de longues dents entre lesquelles les épis seraient venus s'arrêter et auraient été tranchés par le conducteur; la paille, débarrassée de l'épi, aurait été ramassée plus tard.

De 1807 à 1815, Smith fit une série d'essais avec une machine attelée de deux chevaux, disposée de manière à pousser en avant, comme dans la charrue romaine, un appareil secteur vers lequel un volant rabattait le blé. Cette disposition fut maintenue longtemps en Angleterre.

Lorsqu'en 1829 l'Écossais Patrick Bell voulut remplacer la faux par un instrument mû par des chevaux, il prit modèle sur les grands ciseaux à tondre les haies, y adapta une toile sans fin inclinée, pour porter jusqu'au sol le blé coupé et disposé en andains; pour coucher légèrement la tige vers le tranchant des ciseaux, il imagina le volant à rouet plus en avant du chariot qui portait l'appareil.

En 1831, l'Américain Mac-Cormick remplaçait le mouvement oscillatoire des lames coupantes de Bell par un mouvement rapide de va-et-vient d'une lame de scie à larges dents tranchantes; mais il ne conserva pas la toile sans fin pour porter le blé vers la terre; il la remplaça par un ouvrier monté sur la machine elle-même et armé d'un râteau; cet ouvrier réunissait

en javelles les tiges coupées, et lorsqu'il jugeait la javelle suffisamment forte, il la déposait sur le sol.

Puis il plaça les chevaux en avant de la machine, mais en dehors du mécanisme agissant, de façon à marcher le long du blé et non dans le blé; il remplaça aussi le volant en dévidoir par un volant à aile de la longueur de la scie, et placé parallèlement à celle-ci, le javelage continuant à se faire à la main par un ouvrier placé sur un siége élevé, à l'arrière de la scie. Cette machine, copiée par Burg, de Vienne, fut la première moissonneuse adoptée en Europe.

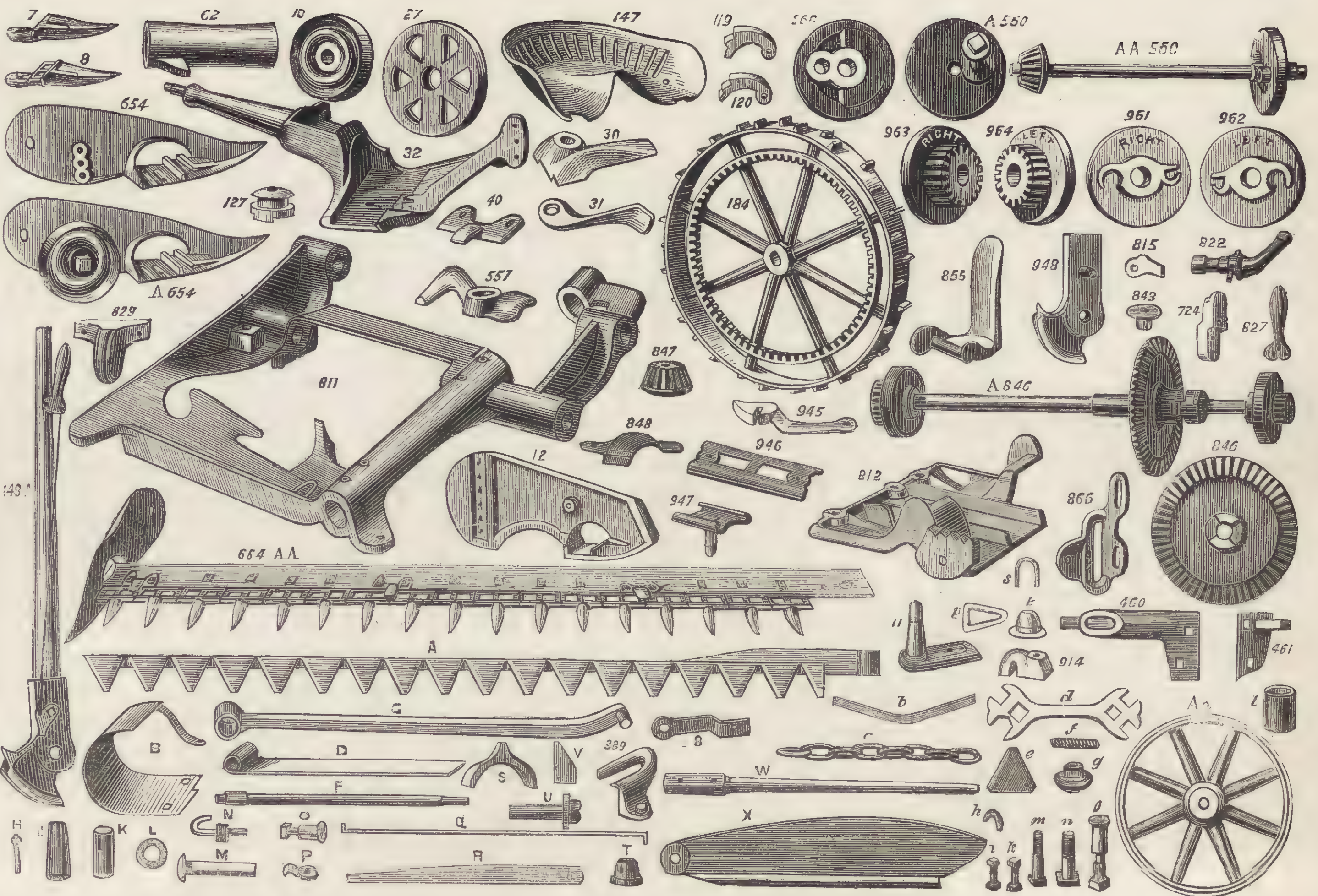
Vers la fin de 1850, Burg avait vendu en Autriche plus de deux cents de ces machines, et Mac-Cormick environ plus de cinq mille en Amérique. Cette moissonneuse fut envoyée à la première Exposition internationale de Londres, ainsi que la première machine moissonneuse et faucheuse construite par Hussey, de Baltimore.

A partir de cette époque, d'après le compte rendu des Expositions, on peut suivre les progrès faits par les constructeurs de moissonneuses. En 1855, seize machines à moissonner furent exposées aux Champs-Élysées; elles se répartissaient ainsi entre les divers pays :

| | |
|---|---|
| France | 8 |
| États-Unis | 3 |
| Angleterre | 3 |
| Canada | 1 |
| Belgique | 1 |

Un premier examen fait par le jury en écarta six; neuf se rendirent à Trappes pour des essais pratiques. Parmi elles étaient trois machines françaises exposées par MM. Cournier, Laurent et Mazier; *Croskill, Dray, Burgess* et *Key*, machines anglaises; *Mac-Cormick, Manny* et *Wright*, machines américaines, prirent part aux expériences.

La machine de Mac-Cormick se montra la meilleure, soit pour faucher le blé, soit pour faucher la luzerne; seule, la machine de Wright portait le bras automatique inventé par Atkin.


7
8
C2
10
27
147
119
120
A 550
AA 550
654
32
30
40
31
127
184
963
RIGHT
964
LEFT
961
RIGHT
962
LEFT
A 654
557
855
948
815
822
843
724
827
829
811
847
A 846
945
848
946
846
12
947
812
866
664 AA
A
11
s
460
461
914
b
d
f
G
8
B
D
S
V
389
c
e
g
W
F
U
N
O
Q
X
h
m
n
H
K
L
M
P
R
T
l

27 Roue du grand sabot.
30 Guide de la lame grande.
31 Guide de la bielle
32 Grand sabot.
40 Guide de la lame.
62 Bout du timon.
119 Cliquet de gauche.
120 Cliquet de droite.
127 Manchon d'embrayage.
147 Siége du conducteur.
184 Roue motrice.
560 Volant de la bielle.
A 560 Volant de la bielle avec goujon.
AA 569 Volant de la bielle avec goujon, arbre et pignon.
654 et 964. Sabot séparateur en fonte malléable.
A 654 et 954 Sabot séparateur avec roue.
AA 654 Barre complète.
811 Bâti complet, avec coussinets en cuivre.

815 Taquet du levier.
822 Levier d'embrayage.
827 Poignée du levier.
829 Support du grand sabot.
831 Chapeau de la roue motrice.
838 Bague intérieure de la roue cône.
843 Rondelle de la planche à andain.
846 Roue cône.
A 846 Arbre principal garni.
847 Pignon cône.
848 Garde du crochet de la barre
945 Crochet de la barre.
946 Glissière du tirage.
947 Coulisseau du tirage.
948 Secteur du levier
A 948 Levier complet, avec secteur.
961 Arrêt du cliquet de droite.
962 Arrêt du cliquet de gauche.
963 Pignon à rochet de droite.
964 Pignon à rochet de gauche.
A Lame.

D Grand ressort plat, de charnière.
E Arbre principal non garni.
F Arbre de la bielle non garni.
G Bielle.
H Goupille de la roue motrice.
I Coussinet de l'arbre de la bielle
K Coussinet de l'arbre principal.
L Rondelle de débrayage.
M Boulon de la chaîne du relevage.
N Crochet de la chaîne du relevage.
O Boulon du secteur de levier.
P Crochet de chaîne de relevage 1872.
Q Tringle du levier.
R Ressort de la barre.
S Fourchette d'embrayage en bronze.
T Bague extérieure de la roue cône.
U Goujon du grand sabot.
V Demi-section.
W Poignée de la planche à andain.

*b* Ressort du siége.
*c* Chaîne de relevage.
*d* Clef.
*e* Section de lame.
*f* Ressort spécial pour cliquet.
*g* Écrou du goujon du grand sabot.
*h* Bride de la barre de reculement.
*i* Boulon des doigts.
*k* Boulon du guide de la lame.
*l* Coussinet de la bielle.
*m* Boulon de la roue du sabot séparateur.
*n* Boulon du grand sabot et des pièces 30 et 31.
*o* Boulon de la roue du grand sabot.
*p* Petit anneau de la barre de reculement.
*q* Tringle et œillet du tirage.
*r* Palonniers.
*s* Bride des palonniers.
*t* Rondelle des palonniers.

## DÉTAIL DES PIÈCES DE RECHANGE DE L'APPAREIL A MOISSONNER.

11 Essieu de la roue de côte.
12 Sabot séparateur.
460 Pivot malléable du tablier gauche.
461 Pivot malléable du tablier droit.

724 Support de la roue du grand sabot.
865 Support du pied.
866 Guide de la douille de l'étrier.

867 Étrier.
914 Garde du crochet de la barre.
A*a* Roue du sabot séparateur.
Support du siége du javeleur.

Séparateur.
Râteau javeleur.
Tablier.
Petit levier avec cliquet.

Cet organe, conduit par un engrenage extrêmement bien disposé, se composait d'un râteau s'allongeant sur la plate-forme, ramassant le blé, puis, s'étendant tout d'un coup, rejetait la javelle formée, en dehors sur le côté de la machine, se repliait de nouveau et retournait exécuter le même mouvement.

En 1862, à Londres, nous retrouvons la *Crosskill* attelée de trois chevaux de front et poussant en avant l'appareil moissonneur : le conducteur est à pied, en arrière des chevaux.

Était aussi exposée la machine de Burgess et Key, faisant non la javelle, mais l'andain, au moyen d'un rouleau héliçoïdal qui, s'engageant dans les tiges de blé, les couchait sur la plate-forme et les conduisait jusqu'à terre, où elles tombaient assez bien rangées. Le conducteur était assis sur un siége en avant de l'appareil.

Une autre moissonneuse, en même temps faucheuse, inventée par M. Bamlett et exposée par Picksley, Sims et C^ie^, construite sur le principe de Hussey, avait obtenu le premier prix dans la plupart des concours en Angleterre; elle ne faisait pas la javelle; c'est la première dont les organes moteurs apparaissent renfermés dans une boîte protectrice, sur laquelle est assis le conducteur.

La *Ransomes et Sims* faisait la javelle par un système alternatif de râteaux et de palettes, et le conducteur se trouvait placé sur un siége fixé au timon.

Enfin, dès 1862, apparaît la *Samuelson,* conduite à la Daumont, avec ses râteaux et ses palettes, différant peu, pour la conception, de celle que nous venons de voir à l'île Bouchard.

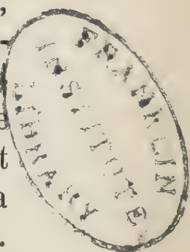
En 1868, peu de noms sont venus s'ajouter à ceux que nous avons énumérés, mais la construction des bâtis, presque toute en bois jusqu'alors, avait fait place à des bâtis en fer et fonte; les volants, les râteaux javeleurs commençaient à arriver à un degré de perfection qui est peu dépassé aujourd'hui. A cette Exposition parut pour la première fois la machine Durand de Lignières, devenue aujourd'hui machine Morgan.

Depuis cette époque, de grands efforts ont été faits, et les machines amenées au Brizay sont arrivées à une perfection absolue

dans le travail, relative quant à d'autres conditions dont nous parlerons plus loin.

Le 25 au matin, six moissonneuses se mirent en marche à un signal donné, devant les commissions du jury et un grand nombre d'agriculteurs venus avec l'intention de se rendre un compte exact des machines, pour savoir laquelle ils allaient acheter.

Disons d'abord que toutes ont parfaitement rempli leur tâche, et que les observations que nous ferons, soit sur leur travail, soit sur leurs dispositions constitutives, ne doivent pas être considérées comme un blâme, ni entraîner une défaveur quelconque. Toutes ont de grandes qualités; leurs défauts, presque insignifiants, sont peu de chose, et les cultivateurs présents ont pu constater eux-mêmes les qualités auxquelles ils attachent la plus grande importance et les défauts qu'ils craignent le moins.



Examinons-les dans l'ordre que leur avait assigné le tirage au sort pour les champs qu'ils avaient à moissonner.

Les constructeurs de la *Burdick*, n° 1, nous ont semblé préoccupés de la légèreté et de la bonne mise en main de la machine. Le conducteur, assis sur un siége placé à gauche de la roue motrice, fait contre-poids à l'appareil secteur et javeleur placé à droite, de telle sorte que la petite roue fixée à l'extrémité du tablier n'a guère à supporter que le poids de ce dernier, comme si le mécanisme était porté par deux roues comme dans la *Howard*.

Les palettes et les râteaux fonctionnent suivant un plan incliné sous-jacent, et des galets interposés diminuent les frottements. Deux leviers sont sous la main du constructeur, l'un pour régler à volonté le mouvement du râteau suivant l'épaisseur du blé, l'autre pour élever ou abaisser la hauteur de la coupe en marche.

Une partie des organes moteurs sont abrités dans une boîte en fonte.

La *New-Champion*, machine n° 2, porte également un siége à gauche et les organes secteur et javeleur à droite; tous les engrenages sont abrités dans une boîte en bois, et le plan incliné

directeur des javeleurs est superposé comme une calotte simple et solide, au lieu d'être sous-jacent au galet, qui s'appuie de bas en haut au lieu de s'appuyer de haut en bas sur la surface directrice. Bien que cette machine ait éprouvé dans le Ruchard d'Avon un accident assez grave pour arrêter sa marche, elle n'en est cependant pas moins une des plus simples de construction, une des plus légères, et la plus rapide des machines exposées.

Dans la *Morgan*, n° 3, le volant en forme de dévidoir a été conservé, le râteau javeleur retombe et se relève par un mouvement alternatif, soit réglé à l'avance, soit modifié par le pied du conducteur.

La *Samuelson* ancienne, n° 4, n'a pas de siége; conduite par un homme monté sur le cheval de gauche, ses organes secteurs et javeleurs se trouvent du même côté; sa construction, composée de pièces extrêmement simples, solides et facilement remplaçables, est encore aujourd'hui la plus belle, la plus réellement agricole. C'est la machine que l'on peut confier aux mains les plus inexpérimentées.

Les objections qu'on peut faire à cet admirable doyen des moissonneuses sont réellement peu importantes, eu égard à ses qualités.

Le javelage, la hauteur de la coupe ne peuvent se changer en marche, il est vrai; mais pour nous, qui nous servons d'une Hornsby à conditions presque identiques, nous pouvons affirmer que pour la moisson des céréales, une fois la hauteur de la scie et des râteaux bien réglée, la javelle, un peu plus, un peu moins grosse, n'en est guère plus difficile à lier; le cavalier, monté à cinq ou six mètres en avant de la scie, nous semble infiniment mieux placé pour prévoir les obstacles, que le cocher placé à l'arrière et en dehors comme dans les machines nouvelles. Si quelques pierres ou quelques souches de trop grande dimension menacent la machine, il est bien mieux placé pour les voir, arrêter ses chevaux, descendre et enlever l'obstacle.

Préoccupé de l'idée de faire une machine avec siége, M. Samuelson, en combinant la *Samuelson royale*, n° 5, s'est ingénié à

modifier sa moissonneuse de façon à y adapter, du côté gauche, une sellette pour asseoir un conducteur, ainsi qu'une barre de fer tordue pour qu'il puisse reposer ses pieds.

Reportant sur la droite l'appareil secteur et javeleur et le tablier, il a composé ainsi une machine qui fonctionne très-suffisamment bien, mais dont la construction théorique n'a pas satisfait le jury du concours de l'île Bouchard.

D'après nous, il eût été préférable de laisser la Samuelson telle qu'elle était, en ajoutant un siége sur le timon, comme dans la Hornsby et l'ancienne Howard. Placé ainsi un peu en avant et surélevé, le conducteur surveille d'un côté la marche de ses chevaux, de l'autre, le mouvement des appareils secteur et javeleur.

La *Royale* tient peu de place, se manie facilement, et est la machine préférée à la ferme de Grignon.

La dernière machine, la *Johnston*, n° 6, malgré ses apparences un peu lourdes, a eu un grand succès auprès du jury de l'île Bouchard, et surtout auprès des agriculteurs présents aux expériences. Construite par M. Johnston Harverster, de Brockport, elle était présentée par MM. Decker et Mot, agents en France du constructeur américain.

Plusieurs points distinguent cette machine des précédentes : la transmission du mouvement est, dès la roue motrice, transformée de verticale en horizontale; les engrenages qui conduisent la scie et le système javeleur sont parallèles au sol; les quatre bras peuvent agir alternativement, suivant la volonté du conducteur, en javeleurs ou en rabatteurs.

On obtient cet effet par deux plans inclinés directeurs, sur lesquels, au moyen d'un bras de levier, on engage les galets, conduisant les bras tantôt sur une directrice, tantôt sur l'autre; de cette façon, le conducteur peut faire la javelle aussi grosse ou aussi petite qu'il lui plaît.

Il n'a qu'à faire agir ses râteaux seulement en rabatteurs, et il voit s'accumuler sur le tablier tout ce que les dents de la scie séparent de la terre. En faisant brusquement passer les galets sur la directrice de javelage, il débarrasse son tablier.

Il peut faire aussi des javelles avec un, deux, trois ou quatre râteaux. Pour cela, il en fait passer un, deux, trois ou quatre sur la directrice javeleuse, et réunit ainsi des javelles de plus en plus petites.

Cette facilité de modifier constamment l'action de la machine, jointe à la parfaite netteté de tranche de la javelle, a contribué beaucoup à l'admiration que la *Jonhston* a excitée sur les nombreux visiteurs du concours et aux ventes répétées qui en ont été la suite.

A la fin de la journée, la qualité du travail se jugeait universellement ainsi :

*Johnston* et *Burdick*, égaux à très-peu de chose près; cependant cette dernière avait un défaut bien facile à réparer : elle couchait avec l'extrémité de l'essieu du galet quelques tiges de blé que la scie ne pouvait atteindre au passage suivant et qui restaient incoupées.

*New-Champion*, *Samuelson*, *Morgan* et *Royale*, travail un peu moins parfait, mais encore très-bon.

Le 26, les épreuves recommencèrent, et, tout en tenant compte de la qualité des attelages ou de la dificulté du sol, les résultats furent à peu près les mêmes.

La *New-Champion* conserva toujours comme rapidité un avantage marqué, que l'on doit attribuer au développement de sa roue motrice à grand diamètre.

Le 27, l'épreuve se répéta victorieusement devant une foule considérable accourue non-seulement des arrondissements limitrophes, mais encore de tous les points de la France.

Les difficultés sérieuses commencèrent le 31 juillet et le 1er août sur des défrichements au milieu d'une vaste plaine autrefois couverte d'ajoncs et de bruyères, et connue sous le nom de Landes du Ruchard d'Avon.

Ce plateau, qui s'étend de l'est à l'ouest sur une longueur de dix à douze kilomètres environ et une largeur nord-sud de huit à dix; appartient à plusieurs communes dont Avon est la principale.

Le sol, siliceux à la surface, est doublé plus ou moins profon-

dément d'un sous-sol glaiseux, compacte, de sorte que la surface se transforme alternativement en poussière ou en bouillie, suivant la sécheresse ou l'humidité. Avant qu'on ait eu l'ingénieuse idée d'y établir un camp, cette plaine, inhabitée de tout temps et réellement inhabitable, était louée par les communes, pour un prix très-bas, à des agriculteurs des localités voisines qui en exploitaient les bruyères comme litière, ou bien essayaient des défrichements plus ou moins heureux suivant l'épaisseur et la qualité de la couche arable, et surtout suivant la succession plus ou moins opportune des pluies et des chaleurs.

L'un de ces cultivateurs, plus heureux et plus habile que ses voisins, avait, cette année, une trentaine d'hectares de blé d'une belle venue; mais dans ce terrain, où l'*eau se tient,* comme on dit en Touraine, il est impossible de faire les terres à plat, à la charrue et au rouleau; il faut, bon gré mal gré, se servir d'un instrument appelé *areau,* sorte de butoir qui, à chaque passage, relève la terre où devra pousser le blé, et creuse un sillon profond dans lequel l'eau stationnera pendant l'hiver.

Le sol présente donc une surface à profondes cannelures, coupées, outre cela, en tout sens par des sillons encore plus creux appelés *raies d'eau.*

Aucune condition plus défavorable ne pouvait se présenter aux constructeurs, et cependant les machines engagées se mirent bravement à l'œuvre trois jours durant et moissonnèrent en long et en travers, plus lentement, il est vrai, mais avec autant de succès que sur les terres nivelées du Brizay.

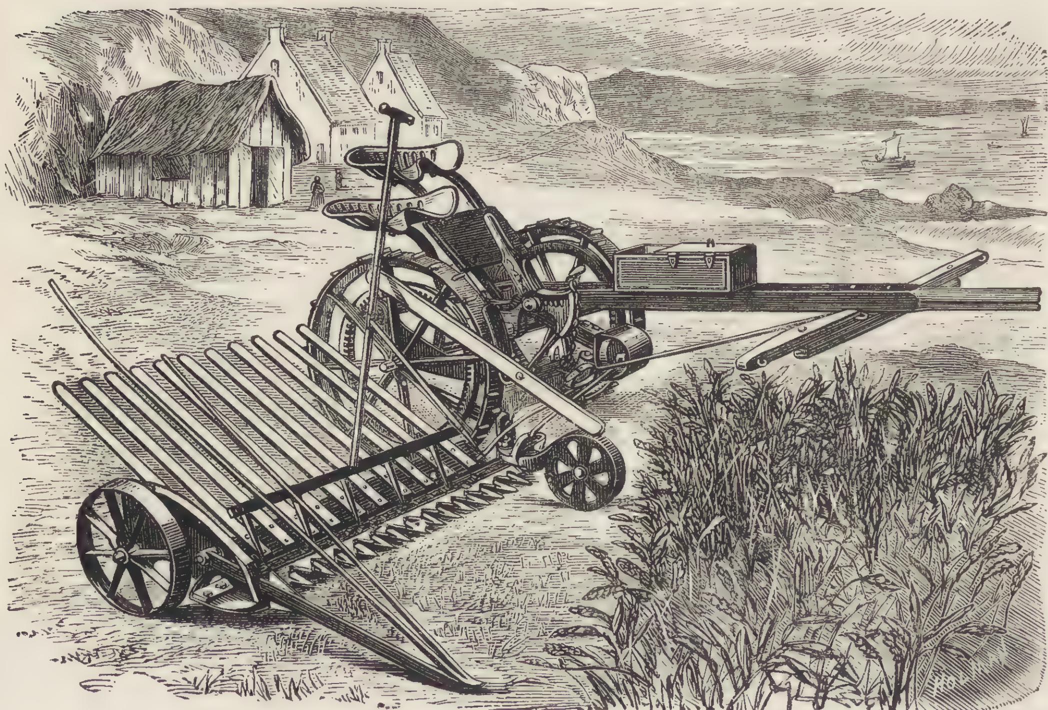
Seule la *New-Champion* éprouva, dès le premier jour, une rupture assez grave pour la désemparer.

Cette fois, les plus entêtés détracteurs des machines furent forcés d'avouer que le problème était résolu.

Le 28 et le 29 avaient été consacrés, ainsi que le 2, à l'expérimentation des faucheuses.

Les premiers constructeurs des moissonneuses étaient conduits par le désir de faire des machines pouvant en même temps moissonner le blé et faucher les luzernes. Ils avaient tous la prétention, en changeant quelques engrenages, en retirant ou

ajoutant quelques pièces, de pouvoir les faire servir alternativement aux deux usages; ainsi, à l'Exposition de 1855, les trois machines américaines Mac-Cormick, Manny et Wright, avaient supporté glorieusement les essais de fauchage de luzernes, succédant au moissonnage des blés; mais depuis que la nécessité d'adapter un appareil javeleur aux moissons a été reconnue,



Faucheuse Wood avec appareil moissonneur.

on a renoncé presque partout aux machines à deux fins, et il s'est créé des spécialités de faucheuses simples.

En effet, les conditions des deux machines diffèrent en plusieurs points : il s'agit bien dans l'une et dans l'autre de séparer de la terre des tiges de végétaux; mais, pour la moissonneuse, ces tiges sont sèches et rigides; pour la faucheuse, au contraire, elles sont le plus souvent molles et peu résistantes.

La moissonneuse doit travailler dans des terres labourées tous

les ans, à l'automne; elle est, par conséquent, sujette à rencontrer des pierres, des raies d'eau et des inégalités de terrain de toute nature; en échange, elle peut et ne doit pas faucher aussi bas que la faucheuse proprement dite. Elle n'a pas besoin d'un mouvement aussi rapide pour couper les tiges du blé que pour abattre celles de l'herbe de pré.

L'action du conducteur sur la machine pour changer en marche soit la hauteur du tablier, soit les mouvements des râteaux, n'a pas la même importance que dans la faucheuse. La lame de cette dernière, manœuvrant tout au ras du sol et avec une extrême rapidité, doit être, pour ainsi dire, dans la main du conducteur, qui, devant une pierre, devant une taupinière, ou en passant une rigole, a besoin de pouvoir l'enlever rapidement au moment où il le juge convenable.

La première de ces machines qui se soit fait une réputation sérieuse est la *Wood;* nous la retrouvons au Brizay.

La faucheuse *Wood* est, comme toutes les machines de provenance anglaise, solidement construite et fortement soutenue par un cadre en fer forgé autour duquel se meuvent des organes moteurs et secteurs; le mouvement est donné par un engrenage circulaire interne, concentrique à chaque roue, transmettant la rotation à un arbre de couche horizontal, qui le renvoie à son tour par un axe dirigé obliquement de haut en bas, au volant de la bielle.

Le porte-lame, évidé à sa face inférieure, est soutenu par deux galets, l'un placé en avant du point où la bielle s'attache à la lame de la scie, l'autre en avant de la planche à faire les andains. Le volant de la bielle est protégé par une garde en tôle contre tout choc extérieur.

Les constructeurs de cette machine lui font un grand mérite de la rapidité avec laquelle marche sa lame, et avec raison, car, agissant sur des tiges non rigides, il lui faut une extrême rapidité pour les saisir et les trancher avant qu'elles se soient infléchies.

La traction des chevaux s'effectue au moyen d'une tige placée sous le timon; à cette tige, fixée à la partie antérieure et infé-

rieure du bâti, on accroche les palonniers mobiles dans une coulisse adaptée sous la flèche. Un bras de levier sous la main droite du conducteur sert à élever le porte-lames au moyen d'une chaîne qui le relie à l'extrémité du levier.

Au concours de l'île Bouchard, la *Wood* a parfaitement fonctionné; quelle que soit la récolte à laquelle on l'ait présentée, sainfoin de seconde coupe ou herbes de marais, elle a parfaitement fauché, et tout fauché.

La *Sprague* est pour nous une des merveilles de la mécanique moderne, et comme conception et comme exécution.

Nous savons bien qu'elle est très-contestée, malgré le rapide succès qui l'a accueillie; on lui reproche de ne pas lancer la scie tranchante aussi rapidement que la *Wood;* la différence est peu sensible. On lui reproche surtout son manque de *substantialité,* et c'est justement ce que nous admirons dans la *Sprague.*

Le constructeur américain n'a pas sacrifié inutilement un gramme de fer ou de fonte. D'intelligentes nervures, des courbes bien calculées sont venues renforcer les parties qui ont besoin d'opposer une résistance énergique; tout ce qui ne doit être soumis à aucun effort est mince et léger; c'est le principe des fers à T appliqué à la fonte.

Nous ne croyons pas cependant que ce soit par simple coquetterie que le constructeur de la *Sprague* ait ainsi supprimé tout poids superflu; il y a là une question d'économie systématique bien appliquée, qui a permis aux Américains de vendre leurs machines en France au même prix que les Anglais, malgré le port et le droit d'entrée, qui, on le sait, est presque prohibitif.

Ce qui casse dans la *Sprague*, ce n'est pas le bâti, ce ne sont pas les engrenages ni aucune partie fixe; ce sont les parties mobiles et agissantes, lorsqu'on veut faucher à la machine, dans des luzernes et des sainfoins où les faucheurs eux-mêmes ébrèchent et cassent leur faux.

Les dents de la scie, les dents qui leur servent de garde, reçoivent des chocs qui les brisent ou les déforment; on les change en moins de temps que les faucheurs ne rebattent leur faux.

La seule pièce à mon avis trop souvent brisée, est la bielle,

dont la tête, très-bien conçue, du reste, devrait être plus solide.

Les deux roues de la *Sprague* ne portent pas d'engrenage; elles donnent le mouvement à l'essieu même, qui, traversant la boîte en fonte dans laquelle est enfermé tout le mécanisme, vient servir d'axe à une roue dentée. Celle-ci, par deux transmissions très-simples, donne le mouvement à l'arbre oblique faisant tourner le volant de la bielle.

On embraye ou l'on débraye par une légère pédale.

Le porte-lame n'a pas de galets, il traîne sur la terre directement sans aucun soutien. — La scie agit donc au ras du sol.

Cette disposition donne à la *Sprague* une grande supériorité dans les prés bien nivelés, qu'elle tond mieux que le plus habile faucheur, surtout si l'herbe est fine et un peu sèche. (De toute manière, il ne faut jamais faucher à la machine après la pluie ou tant que la rosée n'est pas absolument disparue. En commençant deux ou trois heures après le lever du soleil, on rattrape bien le temps perdu.)

Dans les prés mal entretenus, la scie traverse bien les taupinières fraîchement élevées; mais les vieilles taupinières, et surtout les fourmilières, donnent de telles secousses, que l'on risquerait de tout briser. Il faut donc que le conducteur regarde devant lui et enlève le porte-lame assez haut pour éviter l'obstacle.

La bonne disposition de la bielle continue le mouvement, quand même le porte-lame fait un angle sensible avec le bâti sur lequel il est articulé.

Cette dernière amélioration a résolu absolument le problème des faucheuses, car un porte-lame rigide exigerait des arrêts constants.

Dans les luzernes et les sainfoins, il faut, autant que possible, enlever les pierres, ou les enfoncer dans le sol avec un lourd rouleau. Bien que la présence des pierres ne rende pas impossible le travail des faucheurs, comme on a pu le voir dans les sainfoins et les trèfles du Brizay, il est cependant regrettable de voir exposer ainsi d'ingénieux outils. Le travail est moins bon, car si les dents ne se brisent pas, elles s'ébrèchent, et, coupant mal, laissent des tiges brisées non détachées du sol; ce qui est

d'un vilain aspect et pourrait altérer l'avenir du plan. Il est en effet reconnu que des blessures à trânchant vif guérissent plus rapidement que les sections contuses.

Une *Samuelson* faucheuse, une *Éclipse*, avaient été également amenées au Brizay.

Elles n'ont pas pris part à toutes les épreuves du concours.

Trois râteaux étaient aussi exposés : le râteau *Howard* simple, que tout le monde connaît. Excellent instrument, très-répandu, et dont Renaud-Gouin, de Sainte-Maure, fabrique chaque année de grandes quantités.

Le râteau Howard, avec siége et pédale.

Un râteau américain à siége et pédale, présenté par M. Weaver, l'importateur de la *Sprague*, et qui, lui aussi, est accusé, comme la faucheuse, de manquer de substantialité.

Depuis deux ans nous nous en servons, et nous serions bien embarrassé de rentrer nos fourrages sans un de ces instruments, complément indispensable de la faucheuse.

Il est vrai que son aspect n'est pas rassurant pour la solidité; il ressemble au tilbury improbable avec lequel Mocquard faisait courir ses trotteurs américains. Des roues hautes et minces, précédées d'un léger brancard, portent un essieu en bois auquel sont attachées des dents en gros fil d'acier recourbé. L'extrémité des dents traîne sur le sol, enlevant les corps légers, comme les tiges d'herbe ou de sainfoin, se soulevant et laissant retomber les pierres et les corps lourds; faisant enfin ce que doit faire un râteau à fourrage qui n'est pas construit pour herser.

Lorsque le conducteur juge qu'il a ramassé assez de fourrage, il met le pied sur une pédale, les dents se lèvent jusqu'à la rencontre de bâtons de bois fixés horizontalement entre elles, et la charge retombe d'elle-même.

Nous n'avons jamais calculé ce qu'un tel râteau peut mettre en roues d'hectares en un jour. Cela dépend un peu du pas du cheval et de l'habileté du conducteur. — Ce que nous pouvons affirmer, c'est qu'il remplace aisément une douzaine de râteaux à main.

Tous les constructeurs de faucheuses avaient apporté des ap-

pareils moissonneurs pouvant s'adapter à leur machine. — Il n'y a pas eu, à proprement parler, de concours entre eux, mais ces appareils ont fonctionné officieusement devant le jury.

Ils consistent tous en une claie mobile relevée à l'arrière du porte-lame, et sur laquelle s'accumule le blé qu'un homme, avec un râteau, couche sur la claie à mesure que la scie le coupe. Une pédale fait retomber la claie lorsqu'on la juge assez chargée, et le râteau suit la javelle qu'il range sur la terre.

L'appareil de la *Wood*, et celui que M. Pierrot adapte à la *Sprague*, ont donné l'un et l'autre d'excellents résultats. A côté du travail si complet des grandes machines, ils n'ont pas été appréciés à leur juste valeur. Mais pour les petites exploitations, et même pour les grandes, en cas d'accidents à la machine javeleuse, ou pour manœuvrer dans les champs couverts d'arbres, on ne saurait trop recommander ces appareils peu coûteux, et qui ont le grand avantage d'initier tout le monde à l'usage des machines.

Nos lecteurs voudront bien nous pardonner cette longue digression en faveur du sujet qui intéresse à un si haut degré les cultivateurs. Nous ne quitterons pas cependant ce qui concerne la récolte des céréales, sans dire qu'au Brizay les gerbes sont liées avec les liens automatiques de Lapparent en cordes goudronnées, munies d'un petit appareil en bois et fil de fer, grâce auquel le liage est instantané, et peut être effectué par les personnes les moins habituées à ce travail.

Les gerbes sont battues par une machine Gérard, de Vierzon, mue par la vapeur, les grains presque toujours vendus comme blés de semence, et généralement à des prix très-élevés, car M. Goussard de Mayolle est aussi bon commerçant que bon producteur.

L'exploitation des animaux est aussi bien conduite au Brizay que le travail de la terre et la récolte des produits.

Cependant, les efforts semblent y être principalement concentrés sur les races ovine et porcine. Une épidémie d'ar-

thrite est venue arrêter brusquement le développement de la vacherie, premier sujet des soins de M. Goussard de Mayolle.

A de rares exceptions, il fallut sacrifier entièrement un magnifique troupeau, produit de croisements systématiques effectués dans le but de grandir la race parthenaise, et de développer ses aptitudes dans le sens de la boucherie.

Mais le président du comice de Chinon n'est pas de ceux qui se découragent, et en élevant tout ce qu'il produit de veaux mâles ou femelles, il arrivera à repeupler ses étables. Peut-être oserons-nous lui conseiller, cette fois, de s'en tenir à la sélection des animaux parthenais, ou, s'il tient au croisement, de chercher plutôt un taureau d'Ayr ou de Jersey, — le durham s'acclimatant assez mal dans notre contrée montagneuse.

Quant aux moutons, revenons au mémoire de M. Goussard de Mayolle :

« En 1865, la ferme possédait 80 moutons logés dans un des coins de la cour, ne recevant que de la paille l'hiver, ne vivant que du parcours des champs dans les autres saisons.

» Pas de fumier, pas de produit.

» La ferme de Gros-Bois, abandonnée depuis trois ans, me parut pouvoir être utilement affectée à l'établissement d'une bergerie.

» J'en commençai la transformation à la fin de 1864 et débutai par un troupeau de 200 brebis et moutons berrichons de petite race, c'est-à-dire sobres, peu exigeants, et sachant tirer le meilleur parti possible de la nourriture donnée.

» Je fis seulement de l'élevage et un peu d'engraissement pendant les premières années. Au fur et à mesure que les ressources de nourriture croissaient, j'augmentai le nombre des animaux jusqu'en 1866; alors je trouvai à acheter un troupeau de 150 brebis berrichonnes croisées de demi-sang southdown, et je réussis, avec ce pur sang, d'une manière complète dans l'élevage.

» La difficulté de rencontrer un bon berger m'en fit changer plusieurs fois, et enfin, en 1869, je pus avoir le berger en chef de l'Orfrasière, qui connaît admirablement son métier. Depuis 1869 je n'ai plus eu de maladie grave à constater, et, de-

puis l'année dernière, j'ai pu commencer l'engraissement sur une vaste échelle (relativement au pays) tout en élevant 180 à 200 agneaux.

» Le troupeau aujourd'hui est composé de la manière suivante :

*Troupeau d'élevage.*

200 brebis 3/4 sang southdown.
100 antenaises de l'année précédente.
180 à 200 agneaux élèves.

» Le troupeau d'engraissement est composé : de toutes les brebis hors d'âge qui ne pourraient plus porter, des antenais de l'année précédente, et de 200 à 250 moutons berrichons achetés fin de mai. Le tout engraissé et vendu pour la fin de janvier suivant.

» Ces moutons berrichons me sont envoyés du 15 mai au 15 juin, et sont achetés par un commissionnaire fort habile, qui me les procure de manière que la valeur de leur toison, de 4 à 5 fr. cette année, soit toujours en bénéfice, en ce sens que plus tard, tondus, ils seront vendus le même prix.

» Voici les conditions d'existence du troupeau d'élevage :

» Les femelles ne sont jamais saillies qu'à vingt mois, et encore à la condition de leur entier développement.

» La lutte se fait du 15 juillet au 15 septembre, de façon à obtenir les agneaux du 15 décembre au 15 février, époque à laquelle le troupeau d'engraissement est ordinairement vendu.

» Les brebis sont nourries de la manière suivante : depuis le 15 novembre, époque où elles ne sortent plus, jusqu'au 15 mars : fourrage, 3 0/0 du poids vif, betteraves fermentées avec balles salées et tourteaux de sésame, paille d'orge la nuit. — Dosage de tourteaux doublé à la venue des agneaux et pendant l'allaitement. — Du 15 mars au 15 avril : fourrage, 1 0/0 du poids vif, betteraves, sans tourteaux, dès que les agneaux commencent à manger, puis le parcours.

» Les agneaux mangent avec leurs mères. Ils reçoivent une ration d'avoine dès qu'ils ont deux mois et boivent de l'eau avec

de la farine d'orge. La queue est coupée dans la quinzaine de leur naissance. Les mâles sont châtrés par le berger avec ses dents quand ils ont deux mois.

» Puis enfin, lorsqu'ils sont sevrés, à trois ou quatre mois, il leur est réservé un pacage abondant qui les mène ainsi jusqu'à la moisson, époque à laquelle ils sont joints au grand troupeau.

» La campagne 1871 à 1872 a été la suivante : 180 brebis saillies ont donné 165 agneaux ; 40 ont été vendus de 40 à 50 fr. comme reproducteurs. Il en reste donc 125 qui, joints aux 7 béliers, à 75 antenaises, forment un effectif pour le troupeau fixe de 387 têtes, y compris les agneaux.

» Le troupeau d'engraissement se composait, en novembre 1871, de :

115 berrichons de taille et d'âge divers.
50 poitevins.
60 brebis southdown hors d'âge.

» Le prix de revient de ces animaux était de 19 fr. 07. Ils ont été vendus de 29 à 34 fr., suivant la grosseur, ce qui mettait la viande à environ 2 fr. à 2 fr. 10 le kilogr. Ce sont ceux portés à l'inventaire du 31 décembre 1871 au prix de 26 francs.

» Qu'avaient-ils coûté? Comptant la betterave, le fourrage et la paille pour la valeur du fumier, il reste donc à leur attribuer et à leur partager le montant des tourteaux.

» La bergerie en a consommé 7,000 kilogr., les brebis environ 2,000 kilogr. et le troupeau d'engraissement le reste, soit, 5,000 kilogr. valant 800 francs. — Soit par tête 3 fr. 50 à ajouter à 19 fr. 07; soit, 22 fr. 57 comme prix de revient; soit, une moyenne bénéficiaire de 30 0/0 sur le prix d'achat en quelques mois.

» Je veux, en outre, relater ce fait que le fumier de la bergerie a dosé tout dernièrement 5 p. 1,000 d'azote, tandis que la moyenne générale n'était que de 4.

» La réussite si complète de cette opération, l'espoir d'un temps de saison normal, la certitude d'une récolte fourragère

considérable tant en foin qu'en maïs, fourrage et en pois de printemps, m'ont décidé à essayer de faire deux lots d'engraissement : l'un du 15 mai au 15 septembre, l'autre du 15 septembre à la fin de l'hiver.

» Le prix moyen des toisons est de 2 kilogr. à 2 kilogr. 500.

» Les bergeries sont blanchies à la chaux une fois par an; elles ont toutes les ouvertures nécessaires pour une aération complète.

» Pour l'hiver, et afin d'éviter une trop grande chaleur, des tuyaux horizontaux, placés à la partie supérieure des bergeries, les font communiquer avec l'air extérieur.

» Les râteliers sont soutenus par des embrasses en fer mobiles qui se relèvent au fur et à mesure de l'élévation du fumier. Les fenils recouvrent les bergeries, que je serai sans doute obligé d'augmenter dans un bref délai.

» La tonte coûte 15 c. par mouton ou brebis, et 12 c. 5 par agneau.

» La laine en suint a été vendue en 1865 1 fr. le demi-kilo; en 1866, 1 fr. 10; en 1867, 1 fr. 25; en 1868, 85 c.; en 1869, 80 c.; en 1870, 70 c.; et enfin, en 1871, 70 c.; payable à quatre mois.

» Les maladies que j'ai pu constater sont celles-ci :

» Dans les premières années : le tournis, la gale, le piétin.

» Les animaux atteints du tournis étaient abattus et consommés.

» La gale a été guérie par des applications de jus de tabac, et le piétin par la liqueur de Villatte, après enlèvement de tout ou partie de l'onglon, lorsque le piétin était persistant.

» Depuis 1869, j'ai eu quelques cas de sang de rate dus à l'abondance de la nourriture, peut-être à la sécheresse, et jamais de maladies épizootiques. Quelques accidents, jamais d'animaux météorisés, tandis que dans les premières années j'avais fait des pertes considérables par cette cause, due à l'imprévoyance du berger.

» Bref, la bergerie est une fabrique de fumier importante, et je suis convaincu que le jour où je pourrai en solder les comptes sans y faire intervenir la valeur du fumier, la situation en sera

extrêmement florissante quant à l'avantage qu'en retireront toutes les cultures de la ferme. »

La porcherie est encore une des principales exploitations du Brizay. M. Goussard de Mayolle y porte une attention particulière, et nous donne à ce sujet les meilleurs conseils.

» *Porcs.* — La porcherie a pour but la spéculation double suivante :

» 1° L'élevage des jeunes porcs pour les vendre sur les marchés ou comme reproducteurs;

» 2° L'engraissement.

» La race du pays est la race craonnaise, que je n'ai pas à décrire; elle est trop connue.

» La charpente en est forte, le volume des animaux souvent considérable.

» Les truies sont généralement bonnes mères et donnent fréquemment des portées de sept à onze laitons; mais cette race a besoin de modification quant à sa rétivité à l'engraissement, qui toujours est coûteux et tardif.

» Les races anglaises m'offraient bien, il est vrai, par la race leicester, yorkshire, berkshire, une haute aptitude sous le point de vue particulier de l'engraissement rapide et précoce, mais, de 1865 à 1869, les portées de cochons anglais étaient invendables sur les marchés; il fallut donc tourner la difficulté; voici comment j'y suis arrivé :

» J'avais remarqué parmi les races anglaises celle du Yorkshire, grande taille, qui avait une grande analogie avec la structure de la race craonnaise répandue dans l'arrondissement de Chinon. Je me procurai une truie pleine, de cette race, et j'en élevai toutes les femelles. Croisées par un verrat craonnais, je pus obtenir, à la seconde génération, la forme d'animaux que je recherchais et que je possède encore aujourd'hui. Même forme de corps jusqu'à trois mois que la race craonnaise, mêmes oreilles tombantes, par conséquent écoulement facile des laitons sur le marché.

» Si les circonstances me laissaient entrevoir de l'avantage à élever ou à engraisser, je retrouvais, par la prédisposition à

l'engraissement et sa précocité, les bénéfices du croisement.

» Depuis quelques années, et parallèlement à cette partie de la porcherie, j'y ai adjoint un élevage de porcs berkshire, race pure, qui m'a donné les meilleurs résultats, tant sous le rapport de l'engraissement que de l'élevage, par la vente, comme reproducteurs, de toutes les portées.

» Les cultivateurs ont enfin compris que, par l'engraissement de cette race, il était possible de produire, pour une même quantité d'aliments, une proportion de viande double de celle obtenue par la race craonnaise pure, et aujourd'hui toutes les portées, ou à peu près, sont retenues d'avance.

» Les truies sont saillies de huit à dix mois. Les mâles commencent à servir à l'âge de dix mois ou un an. — Dans le cas de difficulté pour la saillie, soit d'un petit mâle et d'une grande femelle, soit dans le cas d'un mâle fort et d'une jeune truie, j'ai établi un montoir spécial qui permet d'accomplir ces opérations.

» La quantité énorme de truies étrangères qui se présentent à la ferme pour la saillie, soit craonnaises, soit berkshires, m'oblige à avoir deux mâles de chaque espèce; deux jeunes et deux adultes.

» La description des bâtiments de la porcherie est donnée très-exactement dans les plans généraux qui la concernent.

» Je ne m'y étendrai donc pas.

» Je dirai seulement que son emplacement a été conquis sur le cloaque de l'ancienne cour de la ferme, qui se trouvait en contre-bas de près de 4 mètres. J'ai donc dû remblayer près de 1,200 mètres de pierres pour ramener à son niveau actuel la porcherie, dont la disposition permet à une seule femme de faire le service; bien que l'année dernière j'aie été forcé d'augmenter l'importance de cette spéculation par une addition de quatre loges accolées à l'un des côtés de la porcherie, disposée en fer à cheval.

» Dans un des angles de la cour se trouve placée la cuisine des porcs. Une fosse profonde correspond, par une baie, avec

la route, et lors de la rentrée des racines on accule les tombereaux directement à cette fosse par la baie ouverte, et le remplissage s'en opère très-rapidement.

» Tant que les récoltes de pommes de terre étaient sérieuses, elles constituaient le fond de la nourriture des porcs, en étant cuites par l'appareil à vapeur de Clamargeran, qui me produisait, par le chauffage à la houille, une économie considérable sur le chauffage au bois dans des chaudrons.

» J'ai constaté une très-grande difficulté, par cet appareil, à obtenir une bonne cuisson des betteraves, et j'ai dû y renoncer pour y substituer des fourneaux spéciaux à feu circulaire et continu qui me permettent, tout en chauffant à la houille, de cuire parfaitement et à peu de frais les mélanges tout faits de farines, tourteaux, racines et grains; ce qui était impossible avec l'appareil Clamargeran.

» L'alimentation des porcs a toujours pour but de favoriser leur développement musculaire d'abord, puis, pour l'engraissement, la production du tissu adipeux ou graisse.

» Il faut donc donner de préférence aux jeunes animaux des aliments riches en matières azotées ou organiques, et affecter à ceux à l'engrais des matières hydrocarbonées.

» Les aliments qui concourent spécialement à la formation de la fibre musculaire ont été appelés aliments plastiques. — Ceux qui sont destinés plus particulièrement à la formation de la graisse ont été désignés sous le nom d'aliments respiratoires.

» Les aliments employés à la porcherie pour favoriser le développement de la fibre musculaire sont :

Fourrages verts : choux, pois gris d'hiver, seigle en vert, vesce; aujourd'hui, le trèfle et les maïs. Jadis, les pommes de terre, betteraves, topinambours, citrouilles, glands, pommes tombées. — Jadis encore, résidus de féculerie. — Petit-lait. — Lait caillé et eaux grasses.

» Les aliments employés à la porcherie qui concourent particulièrement à la formation du tissu adipeux sont : l'orge, le maïs, les brisures de riz, les tourteaux de sésame et d'arachide, les farines de seigle, d'orge et d'issue de riz.

» Les fourrages verts sont nutritifs et rafraîchissants; ils forment, depuis le mois de mai jusqu'au mois d'octobre, un régime économique, de facile digestion et très-hygiénique; ils conviennent surtout aux animaux d'élevage et d'entretien. A ces fourrages s'ajoute parfois de l'ortie fanée.

» Les racines sont toujours cuites, sauf les citrouilles, données telles quelles. Les résidus de féculerie étaient échaudés à l'eau bouillante et mélangés avec du son.

» Les glands conviennent tout spécialement aux porcs; ils sont ramassés, puis séchés au four. J'avais essayé de les drécher afin d'en supprimer le tannin et de les rendre un peu sucrés. J'ai abandonné cette pratique et je me borne à les dessécher au four.

» Les grains farineux, si riches en matières azotées, sont réservés pour les animaux destinés à la consommation.

» Le maïs vient en première ligne, par suite de sa très-grande richesse en matières hydrocarbonées et azotées. — Puis le riz, les farines sont aussi alimentaires que les grains. Elles servent à assaisonner d'autres aliments et à faire des bouillies ou augées.

» Les tourteaux contiennent une forte proportion de principes hydrocarbonés et d'éléments azotés. J'ai toujours trouvé une supériorité notable aux tourteaux de sésame et d'arachide. Ils sont administrés en poudre et cuits en mélange avec les racines.

» Les fourrages verts sont donnés après légère dessiccation.

» Les grains sont ou concassés, ou cuits avec les mélanges précités. Ceux-ci sont légèrement salés et ne sont donnés qu'après une fermentation de deux jours. Alors, pour les animaux à l'engrais, ils sont délayés avec des eaux grasses de cuisine ou dans du petit-lait, soit pur, soit étendu d'eau. Depuis l'automne jusqu'au printemps ces liquides sont attiédis par une addition d'eau bouillante.

» Ainsi que je l'ai dit, toutes les racines sont cuites, même les topinambours. J'ai remarqué que la digestion en était beaucoup

plus facile, et que les résultats de l'engraissement étaient bien plus rapides pour une même quantité donnée de racines cuites que crues.

» Je me suis toujours efforcé de varier le plus possible les éléments de la nourriture, et je me suis servi, comme règle, des données suivantes : 9 kilogrammes de racines, ou leur équivalent, par 100 kilogr. de poids vif; réduisant pour les truies adultes à 8 kilogr. ce chiffre. Le premier comprenant la ration d'entretien et de croissance; le second uniquement celle d'entretien.

» Quant aux rations à donner aux porcs à l'engrais, elles sont à peu près semblables à celles des truies nourrices. Toutefois j'en diminue le volume, tout en conservant la valeur alimentaire, vers la fin de l'engraissement.

» D'après les différentes et nombreuses expériences que j'ai faites, j'ai constaté que la production de 100 kilogrammes de poids vif exige pour le porc une consommation de :

| | |
|---|---|
| Maïs cuit. . . . . . . . . . . . . . . . . . . | 438k |
| Farine d'orge. . . . . . . . . . . . . . . . . | 489 |
| Sarrasin cuit. . . . . . . . . . . . . . . . . | 543 |
| Betteraves cuites. . . . . . . . . . . . . . . | 2,413 |
| Topinambours. . . . . . . . . . . . . . . . . | 2,109 |
| Pommes de terre. . . . . . . . . . . . . . . | 1,849 |

» Quant à l'accroissement journalier, celui des porcelets s'élève à 0 kilogr. 210; celui des jeunes porcs de 0 kilogr. 350 à 0 kilogr. 400, ce dernier chiffre dépassé par les races anglaises; enfin celui des porcs à l'engrais, de 0 kilogr. 400 à 0 kilogr. 600, jusqu'à 0 kilogr. 700 à la fin de l'engraissement.

» Et pour conclure, j'ai observé que la production de 100 kilogrammes de poids vif était obtenue, à nourriture égale, en 311 jours avec la race craonnaise pure; en 298 jours pour la race que j'ai formée, et en 283 jours pour la race Berkshire pure.

» Les débouchés des produits sont très-grands, les prix sont extrêmement variables, puisque les porcelets se vendent de 5 à 45 francs, suivant les circonstances.

» Pendant toute la période de nos désastres, les porcelets étaient invendables.

» J'en ai fait consommer une partie par le personnel de la ferme; et convaincu des besoins animaux qui se produiraient à la paix et qui résulteraient de la suppression presque totale des truies, par suite des sécheresses de 1869 et 1870 et de l'avortement des plantes sarclées en général, j'ai élevé un assez grand nombre d'animaux qui ont été vendus à de très-haut prix.

» L'un des produits les plus notables de la porcherie est la vente d'animaux reproducteurs, au nombre de 60 à 80 par an, surtout pour la race berkshire.

» Les loges sont bétonnées avec pentes, couvertes par un torchis horizontal sous toit d'ardoise, — les portes coupées en deux pour pouvoir aérer les loges. Enfin, cette année, très-gêné par l'emplacement trop restreint, j'ai élevé de nouvelles *loges d'été*, sans torchis, pour y placer les truies portières.

» Les truies donnent en moyenne de 7 à 15 porcelets. Elles sont bonnes mères et soignées avec une exactitude digne de tout éloge par la porchère.

» Les maladies n'ont jamais atteint les porcs; quelques cas de soie fort rares, quelques douleurs rhumatismales promptement supprimées par des frictions d'essence de térébenthine; souvent la diarrhée, chez les porcelets, arrêtée par l'emploi, plusieurs fois répété, d'une petite cuillerée de vin tonifié par du quinquina : — voilà tous les accidents sans gravité que j'ai constatés depuis six ans.

» Les animaux adultes sont purgés assez fréquemment, avec le sulfate de soude. J'ai remarqué que, pour les espèces bovine, ovine et porcine, les ralentissements d'appétit qui se produisent parfois après la première période de l'engraissement cédaient toujours à une légère purgation.

» L'élevage et l'engraissement de la race porcine ont été la branche la plus productive des spéculations animales de la ferme, puisque non-seulement le fumier n'est pas entré en ligne de compte, mais encore un excédant net très-élevé en argent s'est toujours produit en fin d'année.

Nous aurions voulu reproduire en entier le mémoire de M. Goussard de Mayolles, ses études sur la vigne, qu'il cultive avec un succès très-lucratif, et surtout les tableaux de comptabilité, qui établissent d'une manière indéniable la vérité de ses affirmations et la justesse de ses procédés. Mais nous avons dépassé d'une feuille le nombre fixé pour chaque tome, et nos éditeurs nous rappellent qu'il y a déjà bien longtemps que le dixième volume est commencé.

Il faut donc nous borner à ces citations trop incomplètes. Mais nous engageons vivement à visiter la ferme du Brizay toutes les personnes qui s'intéressent à l'agriculture basée sur les sciences exactes et le raisonnement. Elles y trouveront le meilleur accueil et les plus profitables enseignements.

FIN DE LA FERME EXPÉRIMENTALE DU BRIZAY.